



EFEITO DA ORIGEM DO CACAU NA SUA QUALIDADE COMERCIAL, FUNCIONAL E SENSORIAL. O CASO DO CACAU CATONGO DE SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE E DO BRASIL.

Ana João Mendes Veríssimo

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em **Engenharia Alimentar – Processamento de Alimentos**

Orientador: Professora Auxiliar Maria Helena Guimarães de Almeida

Co-Orientador: Doutora Maria José Brito Monteiro da Silva Proença dos Santos

Júri:

Presidente: Doutora Maria Suzana Leitão Ferreira Dias Vicente, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Maria Luísa Louro Martins, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Maria Helena Guimarães de Almeida, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Maria José Brito Monteiro da Silva Proença dos Santos, Investigadora Auxiliar do Instituto de Investigação Científica e Tropical.

Lisboa, 2012

Agradecimentos

A realização desta Dissertação de Mestrado só foi possível graças à colaboração e ao contributo, de forma directa ou indirecta, de várias pessoas e instituições, às quais gostaria de exprimir algumas palavras de agradecimento e profundo reconhecimento, em particular:

- À professora Maria Helena Guimarães de Almeida pela disponibilidade manifestada para orientar este trabalho, pela orientação científica, pela revisão crítica do texto, pelas vantajosas opiniões e sugestões, pela cedência e indicação de alguma bibliografia relevante para a temática em análise, pelos oportunos conselhos, pela acessibilidade e simpatia demonstrada.
- À Engenheira Maria José Santos por ter aceite ser co-orientadora, pela disponibilidade, colaboração, conhecimentos transmitidos, capacidade de estímulo ao longo de todo o trabalho, pela ajuda técnica personalizada prestada na elaboração de gráficos estatísticos, pela revisão do trabalho e por todo o apoio.
- À Doutora Leonor Guerra Guimarães do CIFIC/IICT pela ajuda técnica personalizada prestada na liofilização de sementes.
- À Engenheira Paula Vasconcelos, Engenheira Helena Alegre e colaboradores do Laboratório de Estudos Técnicos (L.E.T.)/Instituto Superior de Agronomia, um especial agradecimento pela amável colaboração na determinação do teor de ácidos gordos e triacilgliceróis.
- À Engenheira Maria Júlia pela ajuda técnica em laboratório.
- Aos meus colegas e amigos, pela útil colaboração, amizade e espírito de entreajuda, nomeadamente, Patrícia Moura, Inês Ribolhos, Susana Faia de Brito, Cátia Hipólito, Bruno Sales, Diana Santos, Inês Mendes, Joana Santos e Ana Inês Carvalho.
- Por último, mas sendo o mais importante, aos meus pais, irmão, padrinhos, primas e Daniel pelo apoio e compreensão inestimáveis, pelos diversos sacrifícios suportados e pelo constante encorajamento a fim de prosseguir a elaboração deste trabalho.

Resumo

Este trabalho tem como objectivo estudar diversos tipos de sementes, fermentadas, não fermentadas e torradas, de cacaos oriundos de diferentes países, de modo a avaliar as suas características de qualidade em termos físico-químicos e sensoriais.

Em estudo estão quatro amostras de São Tomé e Príncipe, três amostras provenientes da Colômbia, uma do Brasil e uma do Gana, fazendo parte de tipos de cacaos como, Criollo (sub-tipo: Amelonado, Amelonado Híbrido), Forastero (sub-tipo: Catongo) e Trinitário.

A avaliação da qualidade físico-química dos cacaos foi efectuada procedendo à determinação da massa média de 100 sementes, humidade, gordura, acidez titulável e pH, fenóis totais, triacilgliceróis e ácidos gordos.

Os resultados obtidos levam a destacar os teores de gordura superiores para o cacau Catongo do Brasil (62,1%), bem como as maiores quantidades de ácido insaturado oleico e linoleico (38,0% e 3,4%).

O teor de fenóis totais diminui durante o processo de fermentação, no caso do cacau Catongo de São Tomé e Príncipe, houve uma redução de 55%.

Os chocolates confeccionados apresentaram características distintas, sendo o chocolate obtido a partir de pasta de cacau Trinitário da Colômbia, o mais apreciado pelos provadores.

Palavra-Chave:

Cacau; origem; processo tecnológico; chocolate; qualidade

Abstract

This work aims to study various types of seeds, fermented, unfermented and toasted from cocoas around different countries in order to evaluate their characteristics in terms of quality, physic-chemical and sensory type.

On study, are four samples of Sao Tome and Principe, three samples from Colombia, one Brazilian and one Ghana, making part of types of cocoas as Criollo (sub-type: Amelonado, Amelonado Hybrid), Forastero (sub-type: Catongo) and Trinitario.

The cocoas physic-chemical quality evaluation proceeding was made to determine the average mass of 100 seeds, as the, moisture content, the fat content, the titratable acidity and pH, the total phenols, the triacylglycerols and the fat acids.

The results obtained, lead to a superior highlight fat contents of Catongo cacao from Brazil (62,1%), as well as larger amounts of unsaturated oleic and linoleic acid (38,0% and 3,4%).

The total phenol content decreases during the fermentation process, and in the case of the Catongo cocoa from Sao Tome and Principe, there was a reduction of 55%.

The chocolates prepared showed distinct characteristics, being each one different, being Trinitario cocoa paste of Columbia chocolate obtained, was the most appreciated by the taster subjects.

Keyword:

Cocoa; source; technological process; chocolate; quality

Extended Abstract

The Catongo cocoa is considered a mutation Forastero cocoa, and has fruit with such characteristics, except the color of the cotyledons of the seed, which does not present the gene for anthocyanin pigment due to an inhibitor that blocks the action of the enzymes responsible for the synthesis of anthocyanins.

For the quality and the cocoa trade, there are noted similar characteristics to the Criollo cocoa, although this has not been scientifically proved.

This type of cocoa is widely used in genetic studies, is highly susceptible to "witches broom" (*Crinipellis perniciosa*) and has moderated resistance to "brown rot" (*Phytophthora* spp.). The absence of "witches broom" disease in Sao Tome and Principe could be a very interesting factor for growing these plants in the country.

The aim of this work is to study fermented seeds, unfermented seeds and roasted seeds of various types of cocoa in order to evaluate its physical quality, chemical and sensory. We have studied three samples of cocoa from Sao Tome and Principe, Catongo cocoa, Amelonado cocoa and Hybrid Amelonado cocoa; a sample of Brazil's cocoa, Catongo cocoa; three samples of the Colombian cocoa, cocoa Trinitarian; and a sample of Ghanaian cocoa, Amelonado Hybrid cocoa.

The quality of the cocoa trade industry can be evaluated by means of various parameters, including: the weight loss on drying (moisture) content of ethereal extract (fat), acidity, average weight of the seeds, concentration shell, healthy appearance, flavor and the uniformity of seeds.

The evaluation of the physical and chemical quality of cocoa was done by determining the average weight of seeds, humidity, acidity, fat content, fatty acids, and triacylglycerols composition. The last two parameters are important for the industry in determining the quality of cocoa butter and therefore its commercial value.

The determination of pH and total acidity and the total phenolic content by Folin – Ciocalteu were also made. Sensory analysis is focused on chocolate candies made from seeds of the four types of cocoa. The chocolates were tested and evaluated for sensory attributes such as appearance, smell, taste and texture and in the end the results were analyzed using statistical analysis.

The results indicate values higher fat content (62.1%) in cocoa Catongo of Brazil and Sao Tome and Principe, and the highest values of oleic acid and unsaturated linoleic for cocoa Catongo Brazil. Was detected presence of a triglyceride of unknown name that appears only in cocoa Fermented Catongo of Sao Tome and Principe and the Fermented Trinitarian cocoa of Colombia. The phenol content decreases during fermentation and drying, except for cocoas from Colombia (minimum value of 48.432 mg gallic acid / g dry defatted cocoa). In unfermented seeds, total phenols content, in cocoa Catongo (46.42 mg gallic

acid / g dry defatted cocoa) is superior to the other cocoas (maximum value of 37.767 mg gallic acid / g dry defatted cocoa).

In four steps of sensory proofs the chocolate made with Trinitario cocoa paste G from Colombia is the one who presents the greater intensity of brown color as well as brightness. Concerning the smell, fermented hybrid cocoa of Ghana is the one that presents the best smell. The Trinitario cocoa paste P from Colombia presents the most intense cocoa flavour. Fermented Trinitario cocoa from Colombia is the sweetest cocoa, fermented hybrid Amelonado cocoa from Ghana is the most one and the fermented Amelonado cocoa from São Tomé and Príncipe presents the strongest astringency with respect to the hardness of the chocolates, those made with fermented hybrid Amelonado cocoa from Ghana presents higher hardness.

Keyword:

Cocoa; source; technological process; chocolate; quality

Índice

Objectivo e Contextualização do Estudo	13
1 - Introdução.....	14
2 – As origens do cacau em estudo.....	15
2.1 – Países Produtores de Cacau.....	15
2.1.1 – São Tomé e Príncipe	15
2.1.2 – Brasil.....	16
2.1.3 – Colômbia	17
2.1.4 – Gana	17
3 - A planta – O Cacaueiro	18
3.1 – Um pouco de História	18
3.2 – Condições edafo-climáticas e características botânicas	19
3.3 – Tipos de Cacau.....	20
3.4 – Composição da semente	22
4 - Da planta ao chocolate	24
4.1 – Tecnologia Pós-colheita.....	24
4.2 – Qualidade do cacau comercial.....	29
4.3 - Sub-produtos da Tecnologia Pós-colheita	30
4.4 – Produtos obtidos a partir do cacau comercial e sua obtenção.....	31
4.4.1 - Pasta de cacau	31
4.4.2 – Manteiga de cacau	34
4.4.3 – Chocolate	36
5 – Análise Sensorial. Alguns Conceitos	41
5.1 – Atributos Sensoriais	41
5.2 – Tipos de testes sensoriais.....	43
5.3 – Condições para a realização da análise sensorial	45
6 - Trabalho experimental	46
6.1 - Introdução	46
6.2 – Material.....	46
6.3 – Métodos	48
6.3.1 – Massa de 100 sementes	48
6.3.2 – Humidade	48
6.3.3 – Gordura.....	48
6.3.4 – Determinação da composição em Ácidos gordos.....	48

6.3.5 – Determinação da composição em triacilgliceróis.....	50
6.3.6 – pH e acidez titulável.....	51
6.3.7 – Fenóis Totais	51
6.3.8 – Confeção de chocolate.....	53
6.3.9 - Análise sensorial.....	54
6.3.10 – Tratamento dos dados	55
6.4 – Resultados e Discussão	56
6.4.1 – Análise físico-química	56
6.4.2 – Análise sensorial	62
7 – Conclusões e Considerações Finais.....	66
8 – Referências Bibliográficas	68
Bibliografia	68
Referências bibliográficas electrónicas.....	70
ANEXOS.....	72

Lista de Quadros

Quadro 1 – Exemplos de características de cacau cultivado em países distintos	20
Quadro 2 - Características das populações Criollo, Forastero e Tinitário	21
Quadro 3 - Composição dos grãos de cacau fermentados e secos ao ar	23
Quadro 4 - Composição da manteiga de cacau em ácidos gordos	34
Quadro 5 - Notas básicas da caracterização do cacau	43
Quadro 6 – Amostras de cacau para estudo.....	46
Quadro 7 - Condições cromatográficas para a determinação dos ácidos gordos	49
Quadro 8 - Condições cromatográficas para a determinação de triacilgliceróis.....	50
Quadro 9 - Plano para as provas sensoriais dos chocolates	55
Quadro 10 - Caracterização físico-química das amostras	56
Quadro 11 - Quantificação de ácidos gordos.....	58
Quadro 12 - Quantificação de Triacilgliceróis	59
Quadro 13 - Nível de significância da análise estatística dos resultados da avaliação das provas de chocolates	64

Lista de Figuras

Figura 1 - Esquema geral da Tecnologia Pós – colheita	24
Figura 2 - Esquema geral de produção da Pasta de Cacau e dois dos seus subprodutos.....	32
Figura 3 - Esquema geral da tecnologia de fabrico do chocolate	37
Figura 4 - A: Sementes com casca de Amelonado Híbrido Fermentado do Gana, Amelonado Híbrido Fermentado de São Tomé e Príncipe, Amelonado Fermentado de São Tomé e Príncipe, Catongo Fermentado de São Tomé e Príncipe, Catongo Fermentado do Brasil e Trinitário Fermentado.	47
Figura 5 - Amostras de Pasta de Cacau Trinitário da Colômbia, embalagem de P e G, de cima para baixo na fotografia.....	47
Figura 6 - Cacau Catongo não fermentado de São Tomé e Príncipe	47
Figura 7 - Reacção do Ácido Gálico com Molibdénio, componente do reagente de Folin-Ciocalteu....	52
Figura 8 - Quantidade de fenóis totais nas amostras em estudo.....	61
Figura 9 - Perfil das três provas sensoriais do treino de painel de provadores	62
Figura 10 - Perfil das três provas sensoriais do treino de painel de provadores apenas para o chocolate padrão.....	63
Figura 11 - Chocolates confeccionados com cacau Amelonado Híbrido Fermentado de São Tomé e Príncipe, Pasta de Cacau Colômbia G, Pasta de Cacau Colômbia P, Amelonado Fermentado de São Tomé e Príncipe, Catongo Fermentado de São Tomé e Príncipe e Catongo Fermentado do Brasil, da esquerda para a direita.	63
Figura 12 - Perfil das quatro provas sensoriais	64
Figura 13 - Classificação global do chocolate nas quatro provas sensoriais	65

Lista de Siglas e Abreviaturas

A-Br = Aparência, Brilho

A-CC = Aparência, Cor castanha

AF.STP = Amelonado Fermentado de São Tomé e Príncipe

AHF.G = Amelonado Híbrido Fermentado do Gana

AHF.STP = Amelonado Híbrido Fermentado de São Tomé e Príncipe

AOO = Araquídico-dioleico

AOS = Araquídico-leicoesteárico

BOP = Beénico-leico-palmítico

C-Cac = Cheiro a cacau

C-Choc = Cheiro a chocolate

CF.B = Catongo Fermentado do Brasil

CF.STP = Catongo Fermentado de São Tomé e Príncipe

C.G = Classificação Global

CIAT/STP = Centro de Investigação Agronómica e Tecnológica de São Tomé e Príncipe

CIFC = Centro de Investigação de Ferrugens do Cafeeiro

CNF.STP = Catongo Não Fermentado de São Tomé e Príncipe

C-Out = Outros cheiros

Dur = Dureza

MOP = Margárico-leico-palmítico

OOO = Trioleico

OOP = Palmítico-dioleico

POP = Oleico-dipalmítico

PPP = Tripalmítico

S-Ads = Sabor adstringente

S-Amar = Sabor amargo

S-Cac = Sabor a cacau

S-Choc = Sabor a chocolate

S-D = Sabor doce

SLO = Esteáricolinoleicoleico

SLP = Esteáricolinoleicopalmítico

SLS = Linoleicodiesteárico

SOM = Esteáricoleicomargárico

SOO = Esteáricodioleico

SOP = Oleicopalmíticoesteárico

SOS = Oleicodiesteárico

S-Out = Outro sabor

SPP = Esteáricodipalmítico

SSP = Palmíticodiesteárico

TF.C = Tinitário Fermentado da Colômbia

TT.CG = Pasta de cacau Tinitário da Colômbia, G

TT.CP = Pasta de cacau Tinitário da Colômbia, P

Objectivo e Contextualização do Estudo

O objectivo deste trabalho é estudar sementes de cacau Catongo, de modo a contribuir para o conhecimento das características físico-químicas, funcionais e organolépticas mais relacionadas com a qualidade do cacau comercial e posteriormente do chocolate confeccionado.

O Cacau Catongo é uma mutação do grupo Forastero que possui sementes brancas, como as da população Criollo. Trata-se de um produto com potencial interesse para países como São Tomé e Príncipe embora as características sejam, ainda, mal conhecidas.

Foram estudadas amostras de cacau Catongo provenientes de São Tomé e Príncipe (STP) e Brasil (B) que foram comparadas com outras oriundas de diferentes tipos de plantas e países: Amelonado e Amelonado Híbrido de STP, Trinitário da Colômbia e Amelonado Híbrido do Gana.

Este trabalho tem duas componentes, uma de investigação laboratorial e outra de pesquisa bibliográfica. Na laboratorial são feitas as seguintes análises: massa de 100 sementes, teor de humidade, teor de gordura, composição em ácidos gordos e em triacilgliceróis, acidez titulável, pH e fenóis totais.

Na componente bibliográfica é feita uma pesquisa sobre o conhecimento teórico-científico que suporta a investigação.

Este trabalho foi realizado com a colaboração do Centro de Investigação Agronómica e Tecnológica de São Tomé e Príncipe (CIAT-STP), da professora Eliete da Silva Bispo da Universidade Federal da Bahia, da Fazenda Brasileira Lajedo do Ouro e do Engenheiro Agrónomo Ab van Ittersum.

Contou igualmente com a colaboração do Laboratório de Estudos Técnicos/Instituto Superior de Agronomia na determinação dos ácidos gordos e dos triacilgliceróis.

1 - Introdução

O Cacaueiro, árvore que produz cacau, é da família das Esterculiáceas e existem três tipos principais de variedades de cacaueiro, sendo que o mais comum, o Forastero, é responsável por 90% da produção Mundial de grãos de cacau [1]; o Criollo, devido ao seu aroma e gosto, é procurado pelos melhores chocolateiros; e também o Trinitário, um cruzamento entre Criollo e Forastero.

O cacau é o ingrediente base do chocolate, um produto muito apreciado e consumido por milhares de pessoas em todo o Mundo. Quente, frio, líquido ou sólido, como sobremesa ou até integrando outro tipo de pratos não doces. Para os apaixonados por chocolate, e não são poucos, o importante é que tenha cacau.

O chocolate é um produto de extremo prestígio, obtido pela mistura de produtos do cacau, como pasta de cacau, manteiga de cacau e, por vezes, cacau em pó.

A confecção do chocolate foi, no passado, uma indústria tradicional realizada por artesãos que desenvolveram métodos individuais de trabalho e sabores particulares para os seus produtos. Com a procura de custos mais baixos e maior qualidade, o fabrico industrial foi sendo cada vez mais mecanizado e actualmente apresenta alta tecnologia que confere grande qualidade ao produto.

Sendo o cacau um ingrediente primordial para a confecção do chocolate é imprescindível que haja um conhecimento, o mais abrangente possível deste produto, de forma a que possibilite diversificação e inovação na sua utilização.

2 – As origens do cacau em estudo

2.1 – Países Produtores de Cacau

A disponibilidade de amostras para a realização do presente trabalho foi o factor condicionante da escolha dos países produtores, São Tomé e Príncipe, Brasil, Colômbia e Gana.

2.1.1 – São Tomé e Príncipe

As ilhas de S. Tomé e do Príncipe que hoje, no seu conjunto, constituem a República Democrática de S. Tomé e Príncipe após a sua Independência proclamada em 1975, ficam situadas em pleno Golfo da Guiné, a primeira a cerca de 180 milhas e a segunda a cerca de 160 milhas da costa ocidental africana e separadas entre si por 82 milhas. A ilha de S. Tomé fica encostada ao Equador que passa pelo Ilhéu das Rolas a cerca de 3 Km a sul e a do Príncipe localiza-se a nordeste.

Quanto ao clima, este é do tipo equatorial com pequenas variações do comprimento de horas de luz do dia ao longo do ano e amplitudes térmicas diárias e anuais muito pequenas, com chuvas abundantes e temperaturas geralmente acima dos 15 °C (Ferrão, 2002).

Por ano, verificam-se duas estações, uma que decorre de Outubro e Maio (época das chuvas) durante a qual, além das temperaturas do ar serem mais elevadas, se concentra a quase totalidade da queda pluviométrica anual e a estação seca (a gravana), de temperaturas menos elevadas e de chuvas menos abundantes.

Na ilha de S. Tomé, de nordeste para sudoeste, tendo em conta sobretudo os valores da pluviometria e da humidade relativa, o clima é sucessivamente semiárido, sub-húmido, húmido e super-húmido.

Relativamente aos solos e terrenos, como as ilhas são de origem vulcânica, a quase totalidade dos solos são paraferalíticos e fersialíticos tropicais, barros negros e litólicos. Apresentam várias tonalidades, do amarelado ao escuro e são tão mais férteis quanto mais escuros.

Segundo o INE (Instituto Nacional de Estatística de São Tomé e Príncipe), em termos de quantidade, a venda de cacau baixou 8,1%, passando de 2413 toneladas em 2010 para 2218 em 2011. Além de problemas decorrentes de doenças e pragas, o declínio da cultura de cacau em São Tomé e Príncipe é provavelmente o resultado da pouca ou nenhuma utilização de árvores de sombra, consequentemente sem reposição de nutrientes no solo ou de protecção pelas mesmas (Cook, 1982).

A qualidade do cacau de São Tomé é reconhecida no mercado internacional sendo 35% da sua produção classificada como cacau *flavour* (Owusu, 2010).

2.1.2 – Brasil

O Brasil, oficialmente República Federativa do Brasil, é o maior país da América do Sul. Delimitado pelo oceano Atlântico a leste, o Brasil tem um litoral de 7491 Km. É limitado a norte pela Venezuela, Guiana, Suriname e pela Guiana Francesa; a noroeste pela Colômbia; a oeste pela Bolívia e Peru; a sudoeste pela Argentina e Paraguai e ao sul pelo Uruguai.

A expansão das fronteiras agrícolas no Brasil tem sido uma realidade, principalmente com as frutíferas e grãos. No entanto, culturas como o cacaueteiro têm-se limitado a alguns microclimas da região amazônica (nos estados do Amazonas, Rondônia, Pará e Mato Grosso) e do sul da Bahia e norte do Espírito Santo. Estas regiões possuem clima tropical úmido com temperaturas e humidade do ar elevados, que correspondem às condições propícias ao desenvolvimento do cacaueteiro (Alvim, 1975; Alvim, 1978; Alvim, 1993).

O clima semi-árido Brasileiro está localizado na região nordeste abrangendo oito estados: Bahia, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Pernambuco, Alagoas e mais o norte de Minas Gerais. Possui uma área total de 748.600 Km², com clima megatérmico seco, com temperaturas superiores a 18 °C, com médias anuais entre 24 e 26 °C, estação chuvosa curta, pluviosidade variando entre 360 a 800 mm anuais, elevada insolação e baixa humidade relativa do ar (< 60 %), relevo plano a ondulado (Leite *et al.*, 2010).

Essas condições associadas à fertirrigação e manejo diferenciado, ao contrário do que se pensa, foram responsáveis pelo sucesso do cacaueteiro nessas regiões até à actualidade. Além disso, essas áreas foram consideradas escapes para as principais doenças e no futuro favorecerão o benefício e a qualidade das sementes.

A produção em todo o Brasil, foi durante algum tempo, de aproximadamente 3000 toneladas por ano. No período de 1880-1889, a produção de 9500 toneladas por ano colocava o Brasil como segundo produtor Mundial, a seguir ao Equador que produzia 10300 toneladas por ano, sendo o total mundial de cacau de 40500 toneladas por ano (Cook, 1982).

Hoje em dia a produção anual de cacau no Brasil ronda as 200 mil toneladas por ano [3], em que em 2011 foi de 248 165 toneladas e em 2012 foi de 232849 toneladas, segundo IBGE (Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística).

O cacau do tipo de Forastero produzido na Baía é considerado uma variedade de Amelonado, mas é inteiramente diferente do Amelonado Africano e é muito provavelmente confundido com outros Forasteros intimamente relacionados.

2.1.3 – Colômbia

A Colômbia, oficialmente República da Colômbia, é uma república constitucional do noroeste da América do Sul. Faz fronteira a leste com a Venezuela e Brasil; ao sul com o Equador e Peru; ao norte com o Mar do Caribe, a noroeste com o Panamá; e a oeste com o Oceano Pacífico.

Com a exceção do Criollo fino do Vale do Cauca (perto da Venezuela), que é tão parecido com os Maracaibo venezuelanos, os cacaos Colombianos não são bem conhecidos fora do país. A Colômbia por muitos anos consumiu mais cacau do que produziu, importando a diferença de consumo de outros países da América Latina. Em 2004, segundo DANE (El Departamento Administrativo Nacional de Estadística), a Colômbia produz por ano cerca de 36356 toneladas. Na Colômbia este cacau era considerado superior, e segundo Van Hall, os funcionários em algumas partes foram pagos não só em salários, mas também numa ração diária fixa de cacau (Cook, 1982).

2.1.4 – Gana

O Gana, oficialmente República do Gana, é um país da África ocidental, limitado a norte pelo Burkina Faso, a leste pelo Togo, a sul pelo Golfo da Guiné e a oeste pela Costa do Marfim.

A sua morfologia é relativamente plana. Na costa predominam as planícies e no interior a savana, os bosques e os cultivos de algodão e cacau. Predominam montanhas de pouca altitude na área da Região do Volta, onde se encontra o lago do mesmo nome, o lago artificial mais extenso do mundo.

Por se situar na linha do equador, o clima é equatorial. Enquanto que nas zonas costeiras é húmido e caloroso, no norte é seco e com temperaturas mais extremas. Existem duas estações das chuvas no sul: Maio-Junho e Agosto-Setembro; no norte, as estações das chuvas tendem a fundir-se. Um vento quente de nordeste, sopra em Janeiro e Fevereiro. A precipitação média anual na zona costeira é de cerca de 83 centímetros. Este contexto favorece a existência de grandes extensões de bosques e áreas de reserva natural, onde a vida selvagem se reproduz com facilidade.

Na lista dos maiores produtores de cacau encontra-se o Gana a produzir 690 mil toneladas por ano [3].

3 - A planta – O Cacaueiro

3.1 – Um pouco de História

Para além de uma enorme importância alimentar, o cacau foi e é um produto de grande importância social que se instalou nos mercados há cerca de cinco mil anos.

Chegando à América, os primeiros colonizadores espanhóis deparam-se com as cultivares de cacau praticadas pelos índios na Colômbia, nomeadamente os astecas, e pelos Maias na América Central (CEPLAC, 2008).

De acordo com a história, o Cacaueiro, era chamado *Cacahuatl* o que designava o “Sagrado”, e os astecas acreditavam que esta planta era de origem divina e o próprio profeta *Quatzalcault* ensinava ao povo como cultivá-la, tanto para o alimento como para o embelezamento de paisagens. O seu cultivo era de tal importância que exigia ser acompanhado de solenes cerimónias religiosas, facto que provavelmente influenciou o botânico sueco *Carolus Linneu* (1707 – 1778), a denominar a planta de *Theobroma cacao*, chamando-a assim de “manjar dos deuses” (CEPLAC, 2008).

De tão valorizadas que eram, as sementes de cacau tornaram-se moeda corrente, e eram usadas como meio de troca.

Historicamente, foi Cristóvão Colombo quem descobriu e trouxe o cacau para a Europa, aquando da sua quarta viagem ao Novo Mundo, por volta de 1502. Teria levado “favas de cacau” para o rei Fernando II, sementes estas que passavam quase despercebidas no meio de todas as outras riquezas que trouxe.

Inicialmente, as primeiras sementes foram utilizadas pelos espanhóis para produzir uma bebida, e estes passaram a monopolizar o comércio do cacau, devido ao segredo da preparação (Oetterer, 2006). No séc. XVII o segredo chegou de Itália o que anulou o exclusivo espanhol.

À medida que o cacau foi ganhando importância económica com a expansão do consumo de chocolate, várias tentativas foram feitas para a implantação do seu cultivo em outras regiões com condições climáticas semelhantes ao seu habitat natural, sendo que as primeiras plantações africanas foram feitas por volta de 1822, na ilha de Príncipe (Ferrão, 2002) numa época em que a economia de S. Tomé e Príncipe assentava na monocultura do cafeeiro arábica.

A transição do chocolate como bebida para a tablete começou pela tentativa de encontrar uma bebida mais leve, dado que a original era rica em gordura e de difícil digestão.

Com o avanço da tecnologia e dos estudos científicos, desenvolveram-se diversos tipos de chocolate nomeadamente, a invenção do chocolate de leite que se deve aos suíços *Henri Nestlé* e *Daniel Peter*.

O chocolate tal como é hoje, deve-se também à intervenção de outros dois suíços, *Rudolphe Lindt* e *Jean Tobler* que inventaram respectivamente os processos de conchagem e temperagem (Minifie, 1989).

3.2 – Condições edafo-climáticas e características botânicas

O cacauzeiro é uma planta estimulante, tropical, encontrada no seu habitat, na América, tanto nas terras baixas, dentro de bosques escuros e húmidos sob a protecção de grandes árvores, como também em florestas menos exuberantes e relativamente menos húmidas (Leitão, 1983).

É uma espécie que se adapta bem a regiões com temperaturas médias superiores a 15 °C. Tolerar por curto espaço de tempo, temperaturas mínimas próximas de 10 °C, durante os meses mais frios do ano, porém podem ocorrer alterações nas sementes, resultando num produto final de qualidade inferior. Exige precipitações pluviométricas que variam até 2000 mm e necessitam de ser superiores a 1400 mm anuais, bem distribuídas ao longo do ano (Leitão, 1983).

É uma árvore estreita e pode alcançar uma altura média de 10 metros (Bartley, 2005) e no estado selvagem 20 metros [4]. O tronco e os ramos são durante todo o ano cobertos com flores cor-de-rosa ou brancas e os primeiros frutos são colhidos normalmente cinco anos após a plantação em dois períodos distintos (Novembro a Fevereiro ou Abril a Agosto). No entanto a colheita pode iniciar-se a partir do 2º ano praticamente durante todo o ano (CEPLAC, 2008).

Apenas 5% das árvores produzem frutos e cada uma produz um máximo de 30 frutos por ano.

A produtividade varia consoante as condições de cultura permitindo colheitas até 2500 kg por hectare, no entanto a partir do 7º ano poderá chegar aos 1200 a 1500 kg/ha (CEPLAC, 2008).

O cacauzeiro é uma planta perene, arbórea, dicotiledónea, pertencente à família *Sterculiaceae* e ao género *Theobroma*. Esse género compreende um número relativamente grande de espécies, porém, a maioria das formas cultivadas actualmente são consideradas como pertencente a *T. cacao* L (Leitão, 1983).

Entre as permanentes flores da árvore de cacau podemos ver frutos em vários estágios de desenvolvimento. O fruto do cacauzeiro medem 15 a 30 centímetros de comprimento, tem formato em ovo e pendura-se nos troncos e ramos maiores. Cada fruto contém entre 30 e 40 sementes envoltas numa polpa mucilaginosa doce de cor branca (Dimick, 1986) e cada semente tem aproximadamente 1 cm de comprimento [4], e quando seca pesa em média 1,0 – 1,2 g (Wood, 1987).

O fruto amadurece 170 dias após a fertilização, e é neste tempo também que atinge seu peso máximo.

Dependendo do país em que o cacau é cultivado, podem ocorrer diferenças nas suas características que

após o seu processamento se irão reflectir no chocolate. Por tal motivo, cada indústria procura utilizar e até importar cacau de países específicos que lhe convenham para a obtenção do produto final desejado.

O Quadro 1 apresenta dois exemplos de principais características do cacau cultivado em países distintos.

Quadro 1 – Exemplos de características de cacau cultivado em países distintos

Origem	Característica
Brasil	Natureza ácida, com reminiscência de bacon defumado.
Gana	Parecidas com as da Nigéria, ou seja, geralmente boas mas com falta de sabor distintivo, porém em alguns círculos considera-se com sabor melhor.

(Adaptado (Beckett, 1994))

3.3 – Tipos de Cacau

Os atributos comuns que são naturais para as sementes, tais como o seu tamanho, o *flavour*, a cor e a composição química da gordura variam amplamente em sementes de origens diferentes.

Do ponto de vista botânico, a espécie *Theobroma cacao* L. classifica-se em três variedades: Criollo, Forastero e Tринitário [5].

► **Cacau Criollo:** Corresponde a uma planta levemente colorida e com uma noz de carácter mole (De Zaan, 1993) de pouco vigor e baixo rendimento, mas que se destaca pela alta qualidade de suas sementes.

As sementes são grandes, bojudas e de secção transversal arredondada, com os cotilédones brancos ou de cor-de-rosa muito pálido na semente fresca (Dimick, 1986), dando origem a um produto muito pouco adstringente. A casca do fruto é mole, de superfície rugosa e com 5 sulcos bem marcados. O tempo de fermentação após colheita é curto, por vezes não mais que um dia.

Actualmente, a produção deste tipo de cacau representa uma percentagem muito pequena da produção mundial de cacau.

Exemplos de cacau “Criollo” são alguns dos tipos de cacau cultivados na Venezuela, no Caribe e na Papua-Nova Guiné.

► **Cacau Forastero:** É uma planta robusta de cor castanha escura (De Zaan, 1993) e normalmente dá grandes produções, sendo por isso que representa a maior percentagem de produção a nível mundial, cerca de 95%.

As sementes são achatadas, com os cotilédones pigmentados de vários tons de roxo (Dimick, 1986) nas sementes fresca, dando um produto que pode ser adstringente ao contrário do cacau Criollo. O pericarpo é duro, mas não rugoso e não apresenta sulcos tão marcados como o Criollo. O tempo de fermentação varia de alguns dias a uma semana ou mais.

A maior parte da produção mundial de cacau consiste no tipo de Forastero, mais especificamente num sub-tipo conhecido como Amelonado (De Zaan, 1993).

Enquanto que o cacau Criollo é conhecido pelas suas características de sabor, a planta Forastero é conhecida pela sua capacidade de resistir a condições climáticas mais severas e também por apresentar um maior teor de gordura (De Zaan, 1993).

► **Cacau Trinitário:** Comercialmente é conhecido como “*fine cocoa*” e é produzido em Granada, Jamaica, Trinidad e Tobago, Colômbia, Venezuela e América Central.

É o resultado do cruzamento entre o cacau Forastero e o Criollo. É mais resistente e produtivo que o cacau Criollo, mas de qualidade inferior.

A cor dos cotilédones, o tamanho e a forma da semente, bem como os caracteres da casca do fruto e a adstringência são muito variáveis, sendo que a cor varia entre branco e roxo (Dimick, 1986).

Quadro 2 - Características das populações Criollo, Forastero e Trinitário

	Característica	Criollo	Forastero	Trinitário
Casca do fruto	Textura	Mole	Dura	Variável, geralmente dura
	Cor	Avermelhado	Variável	Amarelado
	Nº médio/fruto	20-30	30 ou mais	30 ou mais
Sementes	Cor dos cotilédones	Brancos ou violeta pálido	Roxo	Variável de branco a Roxo

Existe ainda uma população em particular que é mais relevante para este trabalho e que não possui características que o permitam classificar num só dos grupos da Quadro 2, que é o Cacau Catongo – *Theobroma leiocarpa*.

O Cacau Catongo (*Theobroma leiocarpa Bernoulli*) é considerado uma mutação albina do cacau Forastero. O nome que lhe foi atribuído deriva da fazenda Catongo na localidade de Pirangi na Baía, onde foi encontrado pela primeira vez na metade dos anos 30 do século passado (Neto et al., 2005). O cacaueiro que dá origem a este cacau possui frutos brancos-esverdeados quando imaturos e amarelos quando maduros (Neto et al., 2005). A sua principal característica sob o ponto de vista morfológico é a despigmentação dos cotilédones o que poderia levar a classificação de cacau Criollo. No entanto sendo o fruto de casca dura e o número de sementes por fruto superior a 30, é geralmente integrado na população Forastero.

Quanto ao Cacau Amelonado, o nome da variedade foi atribuído devido à semelhança da sua forma com a dos melões. A cápsula do fruto é verde clara e amarela e o número médio de sementes por fruto ronda os 40, levando à sua integração na população Forastero.

Do ponto de vista comercial e industrial, no mercado mundial os grãos de cacau classificam-se em duas categorias [5]:

- Cacau Ordinário: Grãos produzidos por cacau do tipo Forastero. São utilizados no fabrico de manteiga de cacau e produtos que tenham uma elevada proporção de chocolate.

- Cacau Fino ou de Aroma: Em termos gerais, correspondem a esta categoria os grãos de cacau Criollo e Trinitário. São utilizados usualmente em misturas com grãos ordinários ou Forasteros para produzir sabores específicos em determinados produtos.

Os grãos correspondentes a esta categoria dão características particulares de aroma ou cor em chocolates finos. Também se usam, embora cada vez menos, para produzir chocolate em pó utilizado como aroma em algumas receitas e na preparação de certos alimentos e bebidas. A oferta mundial de cacau fino ou de aroma é reduzida e representa apenas 5% do total.

De Zaan (1993) afirma que certas variedades naturais de cacau são melhores que outras, uma vez que cada uma tem as suas próprias características químicas e físicas que são levadas cuidadosamente em consideração quando os grãos são comparados.

3.4 – Composição da semente

O cacau é um alimento de grande contribuição nutricional por apresentar um elevado conteúdo de gordura, em especial no cacau em pó utilizado para a produção do chocolate. (Beckett, 1994)

A composição química dos grãos de cacau encontra-se expressa no Quadro 3.

Quadro 3 - Composição dos grãos de cacau fermentados e secos ao ar

Componentes	Quantidade em %
Água	5,0
Gordura	54,0
Cafeína	0,2
Teobromina	1,2
Poli-hidroxifenóis	6,0
Proteína bruta	11,5
Mono e oligossacarídeos	1,0
Amido	6,0
Pentosanas	1,5
Celulose	9,0
Ácidos carboxílicos	1,5
Outras substâncias	0,5
Cinza	2,6

(Adaptado (Nogueira, 2008))

4 - Da planta ao chocolate

4.1 – Tecnologia Pós-colheita

Para que o fruto possa ser utilizado na indústria alimentar, é necessário que o cacau passe por determinadas etapas que juntas se designam por tecnologia pós-colheita (Figura1).



Figura 1 - Esquema geral da Tecnologia Pós – colheita
(Fonte: Almeida, 1999)

4.1.1 – Colheita

A colheita é a primeira etapa da tecnologia pós – colheita e é feita manualmente.

Apenas os frutos maduros devem ser colhidos, pois com o amadurecimento a polpa adquire uma textura menos firme facilitando a libertação das sementes.

Quando a colheita é efectuada antes dos frutos estarem convenientemente maduros, a libertação das sementes é dificultada. No caso contrário, quando a colheita sofre um atraso, os frutos encontram-se excessivamente maduros e para além de se tornarem mais susceptíveis a doenças, e as sementes poderem acabar por germinar dentro do fruto, apresentam ainda uma grande probabilidade de perder as suas sementes uma vez que a sua polpa se encontra mais liquefeita.

4.1.2 – Quebra

Após a colheita, os frutos são quebrados e deles retiradas as sementes envolvidas numa polpa branca e açucarada, que serão submetidas à fermentação. Essas sementes são reunidas em recipientes, de preferência estanques, para que as perdas de polpa se reduzam ao mínimo.

O período entre a colheita e a abertura dos frutos, varia conforme a época do ano e de região para região, no entanto considera-se que o período óptimo não deve exceder as 48h após a colheita.

O período entre a quebra e o início da fermentação não deve ser superior a 24 horas para que não ocorram reacções químicas indesejáveis. As sementes provenientes de quebras em dias diferentes não devem ser fermentadas juntas, pois tal poderá conduzir a uma fermentação desigual [5].

Em alguns casos, sementes imaturas ou sobremaduras podem ser atacadas por insectos ou fungos e é necessário separá-las das sementes de qualidade, o que não quer dizer que não possam ser fermentadas, mas dando origem a um cacau comercial de menor qualidade.

4.1.3 - Fermentação

A fermentação é uma etapa complexa e essencial para a obtenção de uma semente de boa qualidade. A fermentação e a secagem das sementes de cacau são de vital importância, sendo que nenhum outro processamento posterior é capaz de corrigir falhas nessas etapas.

Segundo Ferrão (1985), com a fermentação pretendem-se atingir os seguintes objectivos fundamentais:

- Eliminar a “goma” que envolve as sementes, que não permitiria uma posterior boa conservação do produto e representaria uma massa inútil a ser enviada para a indústria;
- Provocar a “morte da semente”, isto é, a destruição do poder germinativo, além de outras transformações bioquímicas que incidem em especial no aumento de permeabilidade das paredes celulares;
- Facilitar a realização de modificações químicas nos cotilédones, com o aparecimento do *flavour* a chocolate que mais tarde se virá a desenvolver durante a torra.

Segundo Almeida (1990), existem determinados factores que influenciam a fermentação e podem originar cacaos com características distintas, nomeadamente:

- População a que a planta pertence;
- Diferenças climáticas;

- Grau de maturação do fruto;
- Doenças no fruto;
- Relação massa polpa / massa semente;
- Intervalo de tempo entre a colheita e a quebra;
- Volume do lote, regime de remeximento e arejamento;
- Duração da fermentação.

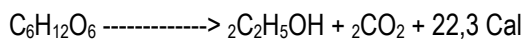
Para facilitar a compreensão do processo, é costume dividir-se a fermentação das sementes de cacau em duas fases, “fermentação externa” e “fermentação interna”, muito embora elas se sobreponham e interpenetrem.

O processo de fermentação consiste numa fermentação propriamente dita (fermentação externa, ao nível da polpa, efectuada por bactérias e leveduras, durante a qual se produz etanol, ácido acético e calor, levando à morte da semente e ao desencadear de uma série de transformações nos cotilédones (fermentação interna), a maior parte das quais catalizadas por enzimas.

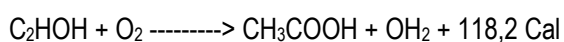
Fase I (hidrólise anaeróbia) ou Fermentação Externa da semente: inicia-se no momento em que os frutos são partidos e pode durar até 60 horas.

Quando o “cacau em goma” é reunido em recipientes apropriados, nomeadamente montes, caixas, cestos, sacos de lona e gavetas de madeira, começa por se dar uma fermentação alcoólica dos açúcares da polpa devido à acção de microrganismos que se encontram aderentes às paredes e fundos dos recipientes em uso, embora alguns possam acompanhar o “cacau em goma” da plantação.

Para efeito deste trabalho, os açúcares são consumidos na produção de álcool de acordo com a reacção:



Logo que no meio aparece álcool proveniente da fermentação dos açúcares, inicia-se imediatamente a sua oxidação para ácido acético devido à acção de bactérias acéticas existentes no meio, de acordo com a reacção geral:



Nas condições em que se realiza actualmente a tecnologia do cacau, a produção de ácido acético é desejável e a sua presença no cacau comercial, revelada pelo cheiro a vinagre que lhe comunica, constitui um índice prático pelo qual se conhece se houve ou não fermentação (Ferrão, 1985).

Por efeito das duas reacções referidas, exotérmicas, a massa do cacau em fermentação aumenta de temperatura e chega a atingir valores de 52°C, que podem ser variáveis consoante alguns factores, como por exemplo o volume de sementes.

Em fermentações normais a temperatura das massas atinge no 2º dia valores entre os 48 e os 50 °C, que é considerada suficiente para provocar a morte da semente.

A fermentação progride e as temperaturas referidas atingem-se, em média, ao fim de 12 a 16 h. No entanto, quando se trata de grandes toneladas de “cacau em goma”, o tempo poderá prolongar-se até 24h.

Nesta fase, a polpa está liquefeita e destacada das sementes. Este “líquido” começa a ter alguma utilização económica e tem-se estudado o seu aproveitamento para extracção de pectinas.

Fase II (Condensação oxidativa) ou Fermentação Interna da semente: inicia-se após a morte da semente.

As alterações químicas dos cotilédones podem dividir-se em 2 fases: a hidrolítica anaeróbia e a de condensação oxidativa. Apesar de inicialmente a situação ser de anaerobiose, com as transformações começa a haver arejamento no interior da semente, o que faz com que muitas vezes exista sobreposição destas duas fases (Almeida e Leitão, 1995).

Durante a fase hidrolítica anaeróbia dão-se reacções de hidrólise que atingem pelo menos uma parte das substâncias fenólicas, as proteínas e os glúcidos (Trovão, 1995), sendo os flavonóides, responsáveis pela cor púrpura dos cotilédones no cacau Forastero dos compostos fenólicos mais afectados (Almeida e Leitão, 1995).

Com o desenvolver da reacção, o teor de oxigénio nos cotilédones vai aumentando e inibe as reacções enzimáticas de hidrólise, criando-se as condições necessárias à fase de condensação oxidativa que se pode prolongar durante a secagem, se existir tempo para isso.

Nesta fase de condensação oxidativa, as substâncias formadas na fase anterior (flavonóides e complexos fenólicos) vão ser oxidadas.

O acastanhamento que se verifica do exterior para o interior da semente resulta da acção da polifenoloxidase e é um indicador de que a semente estará ou não pronta para a secagem (Cook, 1982).

A redução de adstringência característica das sementes frescas, que se verifica por efeito da fermentação, pode ser justificada pela insolubilização dos polifenóis devido a reacções de condensação e polimerização e/ou pela ocorrência de reacções de complexação de polifenóis com proteínas e péptidos (Almeida, 1990).

A oxidação observada nesta fase continua na etapa de secagem até que a humidade atinja um ponto mínimo no qual cessa a actividade da enzima polifenoloxidase.

4.1.4 – Secagem

É uma etapa que deve ser iniciada imediatamente após a fermentação.

Como o cacau ainda contém muita água, é necessário que esta seja removida a teores que garantam a sua conservação, valores inferiores a 8%, e como tal procede-se a uma secagem (Arês, 1992).

Esta etapa não deve ser lenta ou mal conduzida para que não haja possibilidade do desenvolvimento de fungos que, quando presentes, conferem sabor desagradável ao produto final.

Por outro lado, a secagem não deve ser efectuada de forma demasiadamente rápida através da aplicação de temperaturas elevadas, para evitar problemas com a gordura (manteiga de cacau) e com o desenvolvimento do sabor do chocolate. Muitas das reacções bioquímicas iniciadas na fermentação continuam nesta etapa.

O teor de humidade das sementes deve ser reduzida de 60% para 8% (geralmente na ordem de 6-7%) (Ferrão, 1985; Almeida e Leitão, 1995).

A secagem pode ocorrer mediante dois processos distintos, no primeiro, usam-se estufas ou secadores aquecidos a fogo de lenha; e no segundo, utilizam-se “barcaças”, que são grandes áreas com piso de madeira sobre pilares, e cobertas por um telhado móvel, em que este é removido de dia, e recolocado sobre as “barcaças” à noite e quando chove.

A secagem natural, ao sol, propicia um cacau de boa qualidade, ao contrário da secagem artificial que é feita através do calor do fogo de lenha, que deixa a semente com cheiro a fumaça, o que interfere no sabor do futuro chocolate. Após este tipo de secagem, as sementes são postas em sacos e levadas às fábricas processadoras de cacau.

As sementes necessitam de ser mexidas, regularmente, para ficarem bem arejadas e para não haver formação de bolor.

Terminada a secagem das sementes, estas são encaminhadas para a separação da “síbira”, uma película que as envolve.

4.1.5 – Limpeza, Calibração e Armazenamento

Antes de serem misturadas e processadas, as sementes de cacau devem estar perfeitamente limpas. Por isso são seleccionadas, e são-lhes retirado as impurezas como o pó, pedras, paus, bocados de cascas, sementes defeituosas, restos de polpas, entre outros, que correspondem a cerca de 1,0 – 1,5% do peso total do cacau, de forma a que o cacau comercial resultante tenha uma boa apresentação, o que se associa ainda a uma cor adequada e tanto quanto possível uniforme.

Esta limpeza pode ser manual ou mecânica, através de um sistema de escovas e posteriormente por um sistema de vácuo.

O cacau é depois calibrado separando-se geralmente lotes de “bago grado”, e de “bago miúdo” ou “sem escolha”.

Depois de “pronto”, o cacau passa para armazéns adequados, que devem reunir as condições necessárias para uma boa conservação, sendo particularmente importante o controlo da humidade das sementes que não deve ultrapassar o “factor de segurança” o que nem sempre é fácil, uma vez que nas zonas produtoras a humidade relativa ambiental é muito elevada.

A temperatura de armazenamento deve rondar os 28 e 30 °C (Guénou *et al.*, 1976).

O cacau armazenado deve ser vigiado quanto ao aparecimento de pragas e doenças típicas dos produtos armazenados, pois o risco de ataque aumenta com a humidade relativa ambiental e com os teores de humidade do cacau comercial (Arês, 1992).

4.2 – Qualidade do cacau comercial

A qualidade final do cacau, de qualquer origem, é significativamente afectada por condições climáticas durante o crescimento, estado do solo, fermentação e secagem. Condições de armazenamento também são importantes na prevenção da deterioração da qualidade por exemplo por insectos e infestação de roedores (De Zaan, 1993), ou seja, todos os factores inerentes à “vida” da planta.

A avaliação do cacau comercial pode ser baseada em diferentes parâmetros consoante o seu destino final, no entanto para a utilização na indústria alimentar avaliam-se em geral parâmetros como os teores de humidade, gordura, acidez, a massa da semente, a percentagem de casca, o aspecto sanitário, o potencial de *flavour* e a uniformidade da semente (Santos, 1988).

Um dos parâmetros mais significantes para a utilização do cacau comercial na indústria, é o teor de gordura (manteiga de cacau), uma vez que é o constituinte da semente de cacau mais valorizado.

Não tão importante, mas também com um factor decisivo é o valor da acidez, uma vez que sendo excessiva terá um papel negativo sobre o sabor do produto acabado devido aos ácidos (acético e láctico) formados durante a fermentação.

O ácido cítrico presente nas sementes frescas na quantidade de 1-2% é reduzido durante a fermentação e secagem para a quantidade de 0-5%, não tendo grande influência no sabor do produto final (Wood, 1987).

Quanto à massa das sementes, como já foi dito anteriormente, o peso médio de cada semente é cerca de 1 grama, o que equivale ao peso de 100 sementes ser aproximadamente 100 gramas, valor que é frequentemente usado no mercado para o peso actual do cacau.

A casca é removida das sementes, e este teor deve ser o mais baixo possível mas suficiente para proteger a semente contra qualquer tipo de ataque. Os valores mínimos aceites para a percentagem de casca andam à volta de 11% (Wood, 1987).

Outro dos requisitos para que as sementes sejam consideradas boas é o aspecto sanitário, isto é, estas devem estar isentas de materiais estranhos, doenças, e não se devem apresentar germinadas, murchas ou danificadas.

Por fim, os percussores de *flavour* do cacau estão dependentes do processo tecnológico adoptado, bem como do tipo de planta utilizado.

4.3 - Sub-produtos da Tecnologia Pós-colheita

Da polpa branca ou rosa, doce e mucilaginosa dos frutos de cacau poderão ser produzidos sumos, geleias, refrigerantes, destilados finos, fermentados como o vinho e o vinagre, gelados e doces.

O sumo possui um sabor exótico e agradável ao paladar, assemelhando-se aos sumos de algumas frutas tropicais, como a graviola, o bacuri e o cupuaçu. Este sumo é ainda rico em vitaminas, pectina e açúcares como a glicose, frutose e sacarose, e possui um aspecto pastoso e alta viscosidade.

Os técnicos da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC, 2008), do Ministério da Agricultura, têm realizado pesquisas que visam o aproveitamento integral dos subprodutos e resíduos da pós-colheita. Actualmente, mesmo a casca dos frutos, após passar por alguma transformação, é aproveitada na forma de ração, tanto *in natura*, quanto em forma de farinha de casca seca ou de silagem, para alimentar bovinos, suínos, aves e até peixes.

A casca do fruto do cacaueiro pode ainda ser utilizada para a produção de biogás e biofertilizantes, em processos de compostagem ou de vermicompostagem, na obtenção de proteína microbiana ou unicelular, na produção de álcool e na extracção de pectina (CEPLAC, 2008).

4.4 – Produtos obtidos a partir do cacau comercial e sua obtenção

4.4.1 - Pasta de cacau

Para a obtenção de uma pasta de cacau com qualidade é necessário recorrer a matérias-primas de excelência bem como a uma tecnologia rigorosa. A Figura 2 representa o esquema geral da produção de pasta de cacau e dois dos seus subprodutos.



Figura 2 - Esquema geral de produção da Pasta de Cacau e dois dos seus subprodutos (Fonte: Almeida, 1999)

4.4.1.1 – Torra

Para a produção de pasta de cacau, o cacau comercial poderá sofrer ou não uma limpeza e calibragem consoante o estado em que este chega à indústria de produção da pasta.

Depois desta etapa facultativa, segue-se o processo de torra, um dos processos mais marcantes na produção de chocolate, uma vez que é nesta etapa que se desenvolve o *flavour* tão pretendido através dos precursores formados durante a fermentação.

Nesta etapa, há ainda uma redução no teor de humidade passando as sementes a ter um teor de 2,5% de humidade (Oetterer, 2006), devido às elevadas temperaturas utilizadas, nomeadamente entre os 100 e os 200°C (Arês, 1992).

Para além de uma secagem das sementes, as altas temperaturas provocam também uma destruição dos microrganismos induzindo a uma melhor higienização das sementes e facilitam ainda a soltura da semente da casca.

A duração e a temperatura da torra dependem das características do cacau comercial, do tipo de torrador a utilizar e do produto que se pretende obter.

Num torrador clássico, o binómio tempo/temperatura é de 20 a 40 minutos /100 a 200°C, sendo as sementes depois arrefecidas por um ventilador.

4.4.1.2 – Quebra e separação

Nesta etapa procede-se à quebra dos cotilédones através de moinhos de rolos e também à separação da casca e do gérmen, visto estes apresentarem características muito diferentes dos cotilédones.

A presença do gérmen não é desejada uma vez que este apresenta uma consistência dura, um sabor amargo e embora contenha ainda gordura, esta tem características distintas da manteiga de cacau dos cotilédones.

Segundo Minifie (1989) uma semente de cacau com 6,5% de humidade é formada por 87,1% de cotilédones, 12% de cascas e 0,9% de gérmen.

4.4.1.3 – Trituração

O granulado torrado obtido na operação anterior após a passagem por um moinho de rolos é sujeito a uma trituração em que se desintegram os fragmentos de maior dimensão levando a ruptura das células dos cotilédones e consequentemente a libertação de gordura presente.

Sendo as sementes possuidoras de um alto teor de gordura (mais de 50%) e por acção do calor que se gera nesta etapa, ocorre a fusão da manteiga de cacau que consequentemente dá origem a uma massa pastosa e perfumada, a pasta de cacau.

Esta pasta pode ter dois destinos diferentes, a fabricação de chocolate em pó e a produção de chocolate em barra ou bombons.

4.4.2 – Manteiga de cacau

A manteiga de cacau é uma gordura vegetal pura comestível, extraída da semente do cacau, de tonalidade amarelo pálido e com um *flavour* específico.

A manteiga de cacau é uma das gorduras mais estáveis, contendo antioxidantes naturais (polifenóis) que a impedem de ficar rançosa, dando-lhe um prazo de validade de dois a cinco anos [6].

Para além de variada utilização na indústria, pode ser também utilizada na indústria dos cosméticos e farmacêutica.

A definição de manteiga de cacau não é igual em todos os países. Em muitos, como em Portugal, designa-se por manteiga de cacau somente a gordura que é extraída por prensagem a partir dos produtos do processamento da semente de cacau.

4.4.2.1 – Composição química

Segundo Martin (1987) a manteiga de cacau é composta principalmente por triacilgliceróis (94%), contendo ainda, pequenas quantidades de diacilgliceróis (4%), monoacilgliceróis (<0,5%) e ácidos gordos livres (1,3%).

Os ácidos gordos predominantes na manteiga de cacau são o ácido esteárico, o ácido oleico e o ácido palmítico, os quais correspondem a mais de 90% do total de ácidos gordos na manteiga de cacau (Quadro 4) (Rebello,2002).

Quadro 4 - Composição da manteiga de cacau em ácidos gordos

Ácido Gordo	N.º de Carbonos: duplas ligações	%
Laúrico	12:0	0 – 0,1
Mirístico	14:0	0,1 – 0,2
Palmítico	16:0	24,5 – 27,8
Palmitoleico	16:1	0,2 – 0,4
Esteárico	18:0	32,1 – 35,6
Oleico	18:1	32,2 – 38,6
Linoleico	18:2	2,6 – 4,0
Linolénico	18:3	0,1 – 0,2
Araquídico	20:0	0,5 – 1,1

(Adaptado de Rebello(2002))

Na manteiga de cacau destacam-se ainda os triacilgliceróis monosaturados oleicodipalmítico (POP), oleicopalmíticoesteárico (SOP) e oleocodiesteárico (SOS) os quais correspondem a mais de 80% do total dos triacilgliceróis. A partir dos primeiros estudos sobre os triglicéridos desta gordura (Hilditch and Stainsby, 1936) consideraram-se como principais triacilgliceróis os POP (52-57%), o SOS (18-22%), e só mais tarde em 1957 se concluiu que o SOP era o principal triacilglicerol. Com o avanço da tecnologia Jewell e Braford (1981) obtiveram valores de 14% de POP, 37% de SOP e 25% de SOS que mais tarde vieram a ser confrontados por Chaiseri *et al.* (1989) que obtiveram 18,5% de POP, 37,4% de SOP e 22% de SOS.

4.4.2.2 – *Extracção da manteiga de cacau*

A extracção da manteiga de cacau pode ser feita por prensagem (expressão), por solventes (refinação) ou por extrusão (*expeller*), em que se obtêm dois produtos distintos como a manteiga do cacau e a torta de cacau. Os processos de extracção por solvente e por extrusão originam tortas que não podem ser utilizadas na alimentação humana e originam uma manteiga de menor qualidade do que se a extracção for feita por prensagem (Minifie, 1989).

Segundo Minifie (1989) a manteiga de cacau, quando obtida por prensagem, apresenta uma tonalidade amarela e uma constituição que permite aos 35°C derreter totalmente e aos 30-32°C uma primeira fusão e amolecimento.

Minifie (1989) adianta ainda que os factores a ter em consideração para a melhoria da extracção são: a pressão, a temperatura da pasta, o tamanho das partículas, o teor de humidade, o grau de torra e a homogeneização.

4.4.2.3 – *Cristalização e poliformismo*

Consoante os diferentes tipos de gliceróis presentes, a manteiga de cacau exhibe um complexo sistema de cristalização. A manteiga de cacau é um sistema polimórfico o que significa que pode cristalizar sob diversas formas, e é a temperatura de arrefecimento que condiciona o tipo e a formação das diferentes formas polimórficas durante o processo de solidificação, consoante o ponto de fusão (Rebelo, 2002).

► A forma (Y) é bastante instável. Perto do seu ponto de fusão cerca de 17°C transforma-se na forma alfa em apenas alguns segundos, inclusive a 0°C esta transformação dura menos que um minuto. Um rápido arrefecimento produz sempre uma cristalização inicial nesta forma.

► A forma (α) ocorre por transformação de forma gama, possui um ponto de fusão superior, que varia entre 21 e 24°C. Apesar de ser mais estável que a forma anterior, transforma-se na forma beta linha logo

que a temperatura desça para valores inferiores ao seu ponto de fusão, ficando completa esta transformação num espaço de uma hora.

- A beta linha (β') resulta da transformação da forma α , mas também pode cristalizar a partir de temperaturas de fusão entre os pontos de fusão de γ e α . O seu ponto de fusão é cerca de 28°C, e é uma forma muito mais estável que as formas γ e α , não se transformando completamente na forma mais estável de todas (beta) em menos de um mês de armazenamento à temperatura ambiente (20°C).
- A forma beta (β) é a mais estável de todas e resulta de uma lenta transformação da forma β' . Esta transformação é muito lenta quando o líquido está em repouso, mas pode ser consideravelmente acelerada se o líquido for agitado. O seu ponto de fusão pode oscilar entre 34 e 35°C.

4.4.2.4 – “Bloom”

No chocolate podemos distinguir dois tipos de “bloom”, nomeadamente, o “bloom” da gordura no chocolate e o “bloom” do açúcar, formado pela acção da humidade sobre o açúcar (Minifie, 1989).

Neste sumário apenas se irá referir o “bloom” da gordura, o qual é identificado por uma fina película de cor esbranquiçada que se pode observar na superfície do chocolate. Como é de se esperar, o “bloom” é prejudicial à aparência e portanto à qualidade do produto.

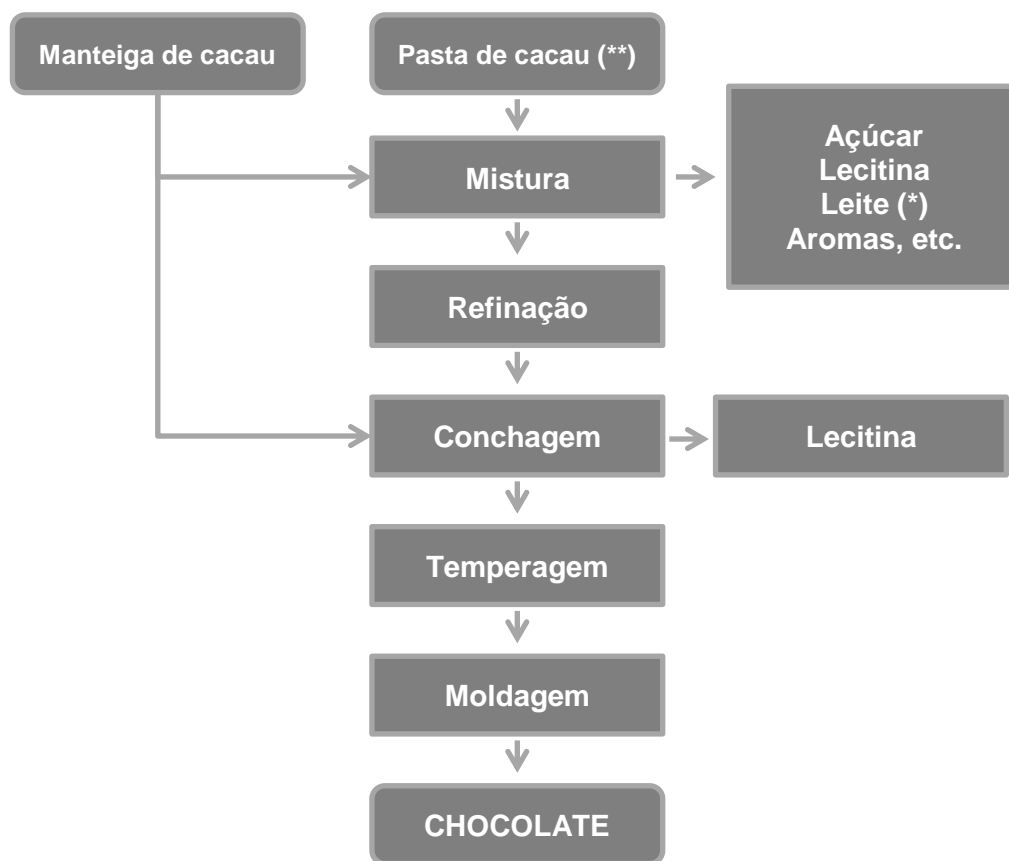
Segundo Minifie (1989), o “bloom” da gordura está relacionado com o comportamento polimórfico dos triacilgliceróis e é causado por:

- Má temperagem do chocolate;
- Incorrecto arrefecimento;
- Armazenamento a temperaturas inadequadas;
- Adição de gorduras incompatíveis com a manteiga de cacau.

4.4.3 – Chocolate

Na tecnologia de fabrico de chocolate existem diversos processos tanto físicos como químicos que vão promover o desenvolvimento do *flavour* pretendido bem como a textura, cor e brilho agradáveis aos sentidos do consumidor.

Na Figura 3, estamos perante um esquema geral da tecnologia de fabrico do chocolate.



(*) Chocolate de leite branco; (**) Ausente no chocolate branco

Figura 3 - Esquema geral da tecnologia de fabrico do chocolate (Fonte: Almeida, 1999)

4.4.3.1 – Mistura

Durante esta etapa, são misturados entre si, a pasta de cacau e os restantes ingredientes como o açúcar, a lecitina, o leite, aromas e outros ingredientes consoante a receita pré-estabelecida.

Nesta fase, não se adiciona a totalidade da quantidade de manteiga de cacau, mas apenas a suficiente para que a massa adquira a consistência necessária, oscilando a percentagem total de gordura na massa entre os 20 e os 25% (Cook, 1982). A restante quantidade adiciona-se mais tarde, durante a conchagem. O mesmo acontece com a lecitina (agente emulsionante), em que apenas um terço a um quarto é adicionado à mistura nesta fase.

O resultado desta primeira operação é uma pasta homogênea denominada “pasta de chocolate”. Esta pasta, embora tenha um gosto agradável, apresenta uma textura grosseira e portanto desagradável ao sabor.

4.4.3.2 – Refinação

Esta operação tem como objectivo a redução de dimensões das partículas dos constituintes da pasta de chocolate (Cook, 1982), produzida durante a mistura. A pasta é submetida à acção de forças de deformação, abrasivas e de atrito (Martin, 1897) num refinador constituído por 3 a 5 rolos.

Embora o principal objectivo da refinação seja reduzir a dimensão das partículas, o refinador actua igualmente como dispersor, na medida em que os aglomerados são “polidos” e as partículas, “molhadas” com a gordura líquida (Minifie, 1989).

A acção de dispersão do refinador leva a que um dos outros objectivos desta operação, seja facilitar a distribuição da massa de cacau pelos outros ingredientes e provocar desenvolvimento de *flavour* (Almeida, 1999).

De acordo com Cook (1982), a refinação provoca ainda alterações a nível da cor.

4.4.3.3 – Conchagem

Esta etapa é fundamental para a produção de chocolate uma vez que é nesta etapa que se define o *flavour* final e se otimiza a textura do chocolate (Minifie, 1989). Ocorre ainda a libertação de compostos voláteis indesejáveis produzidos na fermentação, nomeadamente o ácido acético.

O processo de conchagem tem uma duração variável, dependendo do tipo de concha bem como da temperatura a utilizar. Assim, enquanto nas conchas longitudinais a duração da “conchagem” oscila entre 1 e 4 dias, nas conchas rotativas a sua duração média é de 8 a 24 horas (Martin, 1987). Segundo Cook (1982), uma conchagem com uma duração excessiva ou com excesso de arejamento pode levar à diminuição total do *flavour*.

Quanto à temperatura, para Martin (1987), a temperatura de conchagem varia consoante o tipo de chocolate, para o chocolate amargo situa-se entre 80 e 100°C, enquanto que para o chocolate de leite varia entre os 45 e 60°C. A justificação para a temperatura ser mais baixa para o chocolate de leite, deve-se ao facto de a proteína do leite sofrer alterações acima dos 60°C, o que pode influenciar o *flavour* bem como a textura do produto final.

Para alguns entendidos, o arejamento é favorável ao processo de conchagem. Afirmam que o *flavour* do chocolate é melhor quando este é exposto ao ar do que quando exposto ao azoto ou a vácuo. Martin (1987) afirma que se verifica uma maior libertação de teor de humidade e dos compostos voláteis quando uma maior superfície de chocolate é exposta ao ar.

4.4.3.4 – Temperagem

Esta operação tem como objectivo permitir a cristalização da manteiga de cacau na forma mais estável (Cook, 1982) e a posterior distribuição, tão uniforme quanto possível, dos seus cristais (Minifie, 1989) pela pasta de chocolate.

Pretende-se obter um produto final com bom brilho, cor e textura, bom poder de fractura, longa vida de prateleira e sem tendência para desenvolver o “*bloom*”. Para tal o chocolate é submetido a uma gama de temperaturas, de modo a obter cristais de manteiga de cacau na sua forma estável (forma β).

O processo térmico de temperagem envolve dois estágios térmicos, em que numa primeira fase o chocolate fundido sofre um arrefecimento de 46-49°C para cerca de 26-29°C, no caso de chocolate negro. A esta temperatura o chocolate já deve ter suficientes cristais de manteiga de cacau na forma estável, que asseguram a sua presença após o arrefecimento. Numa segunda fase, o chocolate é aquecido para a temperatura de 32-33°C. Este aumento de temperatura tem dois objectivos: a adequada formação dos cristais, e ainda assegurar que qualquer forma instável seja derretida (Minifie, 1989).

O equipamento utilizado neste processo é um conjunto de tanques cilíndricos providos de uma pá que, ao movimentar-se, coloca a pasta líquida em contacto com a superfície arrefecida do tanque (Minifie, 1989). Por vezes está associado a este equipamento um controlo termoestático de circulação de água, que simplifica consideravelmente a manutenção do correcto grau de temperagem (Minifie, 1989).

4.4.3.5 – Moldagem

Durante a moldagem faz-se a disposição do chocolate líquido em moldes (metálicos ou plástico) que variam consoante as formas de chocolate que se pretendem. De seguida, são submetidos a um arrefecimento e posterior desmoldagem, obtendo-se a peça de chocolate pretendida (Cook, 1982).

O chocolate é colocado nas formas, sofrendo uma acção de vibração que assegura a distribuição uniforme do chocolate e a remoção de bolhas de ar. Segundo Ferrão (2002), a solidificação faz-se por arrefecimento até cerca dos 10°C.

Se o chocolate for colocado nos moldes a uma temperatura inferior a 10°C, poderá perder-se o efeito de pré-cristalização formando-se manchas e cristais instáveis à superfície. Se pelo contrário, o molde estiver muito quente, parte dos cristais da manteiga de cacau formados durante a temperagem podem derreter e dificultar a desmoldagem (Rosa, 2001).

Após o arrefecimento, o chocolate é desmoldado através de uma inversão enérgica. Se a temperagem tiver sido realizada adequadamente as peças saem do molde sem qualquer problema.

4.4.3.6 – Embalamento

Após desmoldagem, os produtos seguem para a zona de embalagem.

Esta zona deve ser adequadamente ventilada, de forma uniforme, por uma circulação moderada de ar, apresentar uma temperatura de 18-20°C e um valor máximo de humidade relativa de 50%. Se a temperatura não for respeitada, formam-se cristais instáveis e o chocolate apresenta manchas brancas e fica com um aspecto baço.

As peças são embrulhadas em papel de alumínio, aproveitando-se as suas capacidades de seguir os contornos irregulares e de insinuar uma dada forma e também por ser uma barreira excelente ao vapor de água e à transmissão de oxigénio.

4.4.3.6 – Armazenamento

Esta etapa torna-se indispensável em qualquer processo de produção em que surge a necessidade de guardar o produto acabado até à sua expedição. Assim como a anterior zona, também esta requer que haja um controlo rigoroso da temperatura e da humidade.

A temperatura e a humidade, devem ter valores semelhantes ou próximos da zona de embalagem (18-28°C e um máximo de 50% de humidade).

Os produtos não devem contactar com o chão, paredes, como também não devem sofrer a acção directa do sol. É claro que a estes cuidados se deve acrescer os requisitos sanitários exigidos para o armazenamento de qualquer produto alimentar, a fim de prevenir, por exemplo, infestações de insectos e roedores (Cook, 1982).

5 – Análise Sensorial. Alguns Conceitos

A análise sensorial ou exame organoléptico é uma metodologia que visa avaliar a aceitação de produtos no mercado, pesquisando os gostos e preferências dos consumidores.

Este exame analisa, interpreta e qualifica propriedades e características dos alimentos através da percepção dos órgãos dos sentidos como a visão, audição, olfacto, tacto e paladar.

Na indústria alimentar esta ferramenta moderna é de grande importância e tem havido uma grande necessidade de evolução e alargamento no seu campo de aplicação.

No contexto sensorial a aceitabilidade do produto pode ser medido através de vários indicadores, nomeadamente se o consumidor gosta ou desgosta do produto bem como as propriedades que fazem gostar ou desgostar.

Estas provas são por norma realizadas por um painel de provadores homogêneos e treinados, que analisam as características organolépticas dos produtos, sendo no entanto possível a utilização de um grupo de indivíduos não treinados, o que poderá levar a resultados não tão conclusivos ou verdadeiros.

Com base na informação que se quer reter, existem diferentes métodos de avaliação e os resultados são expressos de forma específica conforme o teste aplicado.

5.1 – Atributos Sensoriais

Os cinco sentidos (visão, audição, tacto, olfacto e paladar) são fundamentais para detectar os vários atributos presentes em alimentos, bem como a aparência, a textura, o cheiro, o aroma e a adstringência.

5.1.1 – Aparência

A visão é o sentido mais desenvolvido no Homem e em qualquer situação, os “Olhos são os que comem primeiro”, sendo portanto a primeira percepção que pode influenciar a escolha do indivíduo.

Este sentido está conotado pelas cores, tamanho, forma e brilho.

5.1.2 – Textura

A textura resulta da combinação das propriedades físicas percebidas pelos sentidos do tacto, visão, audição e paladar.

Estas propriedades definem o tamanho, a forma, o número e a natureza dos elementos constituintes (Brennan, 1988).

Para detecção pelo tacto, há manipulação dos alimentos directa ou indirectamente e para a detecção a nível do paladar, basta o contacto do alimento com a cavidade bucal, nomeadamente lábios e língua.

5.1.3 – Cheiro e Aroma

O sentido do olfacto é bastante complexo em termos anatómicos e fisiológicos e é a habilidade de detectar moléculas químicas vaporizadas (geralmente de reduzida massa molecular) (Esteves, 2009).

Estas moléculas são transportadas numa corrente de ar até à cavidade nasal para as áreas receptoras de sensibilidade localizadas nas pregas do tecido mucoso (Heath, 1981).

Segundo Heath (1981), existem quatro aspectos fundamentais que caracterizam o olfacto:

- O nariz é altamente sensível para detectar moléculas de difícil detecção pelos métodos instrumentais de análise;
- A percepção é bastante rápida e versátil;
- Específico para cada cheiro/aroma e pode ser treinado;
- Dependendo do cheiro/aroma pode induzir respostas psicológicas.

As substâncias voláteis poderão entrar para a cavidade nasal directamente (cheiro ou odor pelo nariz) ou indirectamente (aroma pela via retro nasal), e que depois são sentidas no epitélio olfactivo que se situa na parte superior da cavidade nasal.

5.1.4 – Sabor

O sabor é provocado pelo contacto de determinados componentes solúveis com as papilas gustativas da língua.

As dezenas de papilas gustativas presentes na superfície da língua captam os quatro sabores primários, ou as cinco sensações gustativas elementares: doce, salgado, ácido, amargo e umami. Das combinações das quatro sensações gustativas, surgem centenas de outros sabores.

Os quatro sabores são reconhecidos em diferentes locais na língua, sendo que o sabor doce é detectado principalmente na ponta da língua, o sabor ácido e salgado são revelados pelos lados laterais da língua e o sabor amargo na traseira da língua.

5.1.5 – Flavour

O *flavour* é uma sensação fisiológica da interacção do paladar e olfacto. A sensação que se tem ao ingerir alimentos, muitas vezes chamada equivocadamente de "sabor", refere-se na realidade ao *flavour*.

Por outro lado, a visão (cor e aparência) e sensações tácteis (textura e sensação na boca) também estão associados a esta mistura complexa de estímulos.

Segundo NP 4263 (1994) o *flavour* define-se como o conjunto de sensações olfactivas, gustativas ou trigemiais perceptíveis durante a degustação, sendo as sensações trigemiais sensações irritantes ou agressivas percebidas na cavidade bucal (Almeida, 1999).

5.1.5.1 – Notas básicas do flavour de cacau

Quadro 5 - Notas básicas da caracterização do cacau

Nota	Descrição
Cacau	A nota básica a cacau deriva de uma boa fermentação, torra e moenda da semente de cacau.
Fragrância	Termo geral que abrange todos os elementos de sabor para além do carácter básico do cacau.
Amargo	O gosto acentuado percebido na parte de trás da língua.
Ácido	Um dos sabores elementares, e é sugestivo a ácido cítrico e limão.
Adstringente	O sabor causa a contracção da língua.

(Adaptado de (De Zaan, 1993))

Por oposição, as notas não desejadas no *flavour* do cacau são: a nota a queimado, a terra e a mofo, a fumado, a metálico, a ranço, a papel e a cru, ou seja, em estado natural (De Zaan, 1993).

5.2 – Tipos de testes sensoriais

Os testes sensoriais estão divididos em quatro categorias:

- ▶ O método analítico discriminativo;
- ▶ O método analítico descritivo;
- ▶ O método afectivo (preferência/aceitabilidade);
- ▶ O método de sensibilidade.

5.2.1 – Método analítico discriminativo

São métodos que estabelecem diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre amostras.

Nestes testes, os provadores do painel actuam como instrumentos para detectar pequenas diferenças.

Estes provadores podem ser do tipo que avalia a diferença global entre amostras ou do tipo direccional, em que o provador indica se existe diferença em determinado atributo. Os provadores podem estar ou não familiarizados com a análise sensorial e o seu número pode variar de 20 a 30 dependendo do teste.

Os testes discriminativos são classificados em testes de diferença e similaridade. O primeiro, como o próprio nome diz, estabelece se há diferença entre duas ou mais amostras, enquanto que, no teste de similaridade, o objectivo é determinar se não há diferença perceptível entre as amostras.

5.2.2 – Método analítico descritivo

Descrevem qualitativa e quantitativamente as amostras e utilizam escalas de intervalo ou de proporção.

Estes métodos envolvem a detecção e a descrição dos aspectos sensoriais qualitativos e quantitativos de um produto por painel treinado, com número de provadores que varia entre 5 a 10 pessoas.

5.2.3 – Método afectivo (preferência/aceitabilidade)

São métodos que vão directamente à opinião (preferência ou aceitabilidade) do consumidor já estabelecido ou do consumidor potencial de um produto, a respeito de características específicas desse produto, ou ideias que o consumidor tenha do produto a ser avaliado; por isso, são também chamados de testes de consumidor.

Devem participar nestes testes no mínimo 30 provadores, e não devem ser provadores treinados.

Para o registo dos dados, são utilizadas fichas de avaliação sensorial, que devem ser o mais simples possível e conter instruções claras em relação aos testes.

5.2.4 – Método de sensibilidade

O objectivo deste teste é determinar os limiares de detecção de determinados atributos, com base na sensibilidade dos indivíduos, ao estímulo provocado pelo alimento.

5.3 – Condições para a realização da análise sensorial

Para garantir que os resultados não são alterados por factores extrínsecos à análise, é necessário garantir a correcta execução na análise sensorial e para tal é fundamental haver uma precaução prévia em diversos factores como a preparação das amostras e o ambiente de realização dos testes.

5.3.1 – Preparação das amostras

O local de preparação das amostras deve ser separado da área de prova para evitar que o provador tenha acesso à amostra antes do teste. A ventilação do local deve ser suficiente de forma a eliminar quaisquer odores resultantes da preparação da amostra de modo a não influenciar o provador.

As amostras devem ser representativas ou típicas do produto ou do material a ser testado. Devem ser apresentadas codificadas, com números aleatórios.

O modo de preparar e servir deve ser exactamente com o mesmo procedimento padrão, devem ser servidas no horário em que o produto é normalmente consumido e devem evitar-se testes antes ou após as refeições.

5.3.2 – Ambiente de teste

Segundo a NP 4258 (1993), a sala de provas contígua (mas separada) do local de preparação, como já foi dito anteriormente, deve no mínimo ser um local agradável e de fácil acesso, em que a temperatura ambiente deve ser de $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ e a humidade relativa a rondar os 60-70%. A iluminação deve ser adequada, recomendando-se a utilização de lâmpadas com temperatura de cor aproximada a 6500K.

As cabines individualizadas dos provadores devem ser uniformes e com espaço suficiente (para amostras, folha de registo, etc.) sendo que as dimensões mínimas são de 0,9m de largura e 0,75 de altura e 0,6m de profundidade. Devem ser ainda insonorizadas e inodoras, construídas de materiais laváveis e cores claras, iluminadas adequadamente e equipadas com cadeiras confortáveis e água potável corrente.

A ordem de apresentação das amostras deve ser ao acaso, e o número de amostras a ser apresentado em cada sessão deve ser de modo que não canse o provador.

Entre uma amostra e outra, orienta-se o provador a beber água e comer um pedaço de pão ou um biscoito sem sal.

6 - Trabalho experimental

6.1 - Introdução

Para que o produto final satisfaça as crescentes exigências dos consumidores, as sementes de cacau comercial que vão ser industrializadas devem logo à partida reunir determinadas características de qualidade.

Este trabalho teve como objectivo avaliar as principais características de qualidade do Cacau Catongo Fermentado, Amelonado Fermentado, Amelonado Híbrido Fermentado e Catongo Não Fermentado de São Tomé e Príncipe, Cacau Catongo Fermentado do Brasil, Cacau Amelonado Híbrido Fermentado do Gana, Cacau Trinitário Fermentado da Colômbia e Pasta de Cacau da Colômbia em termos de composição físico-química de sementes frescas e fermentadas e das características organolépticas de chocolates confeccionados com estas sementes.

O trabalho experimental foi realizado no Laboratório de Tecnologia dos Produtos Tropicais e no Laboratório de Estudos Técnicos (análise de ácidos gordos e triacilgliceróis) do Instituto Superior de Agronomia.

6.2 – Material

No quadro 6 estão apresentadas as amostras para o estudo.

Quadro 6 – Amostras de cacau para estudo

Cacau						
País	Catongo Fermentado (CF.)	Catongo Não Fermentado (CNF.)	Amelonado Fermentado (AF.)	Amelonado Híbrido Fermentado (AHF.)	Trinitário Fermentado (TF.)	Pasta de Trinitário (TT.)
São Tomé e Príncipe (STP)	x	x	x	x		
Brasil (B)	x					
Colômbia (C)					x	x
Gana (G)				x		

Nas figuras 4, 5 e 6 estão representadas as amostras utilizadas no trabalho experimental.



Figura 4 - A: Sementes com casca de Amelonado Híbrido Fermentado do Gana, Amelonado Híbrido Fermentado de São Tomé e Príncipe, Amelonado Fermentado de São Tomé e Príncipe, Catongo Fermentado de São Tomé e Príncipe, Catongo Fermentado do Brasil e Trinitário Fermentado.

B: Sementes sem casca na mesma ordem da primeira fotografia.

C: Corte transversal das sementes na mesma ordem da primeira fotografia.



Figura 5 - Amostras de Pasta de Cacau Trinitário da Colômbia, embalagem de P e G, de cima para baixo na fotografia.



Figura 6 - Cacau Catongo não fermentado de São Tomé e Príncipe

6.3 – Métodos

6.3.1 – Massa de 100 sementes

Procedeu-se à pesagem de 100 sementes de cacau comercial com a aproximação de 0,1 g.

Para esta determinação foram feitos três ensaios.

6.3.2 – Humidade

Esta determinação foi realizada de acordo com o método descrito em AOAC (1978).

Baseia-se na diferença de massas resultante da secagem a 100 °C de uma massa conhecida de sementes de cacau, (4 a 5 g) previamente descascadas e moídas, durante cerca de 6 horas a $103\text{C}^{\circ} \pm 3\text{C}^{\circ}$, de modo a garantir a estabilização da massa da toma.

É uma determinação em que se assume que a perda de massa durante a secagem se deve unicamente à evaporação de água.

Para esta determinação foram feitos três ensaios.

6.3.3 – Gordura

Esta determinação foi realizada segundo a NP – 1719 (1981), e de acordo com este método a toma (5 g de sementes), descascada e moída em almofariz, é submetida a um tratamento prévio com ácido clorídrico (25%) para destruir os glóbulos de gordura.

Em seguida procedeu-se à secagem e extracção da gordura pelo éter de petróleo (p.e 40-60°C), durante cerca de 36 horas, no aparelho *Soxhlet*.

Por fim, evaporou-se o solvente e efectuou-se a pesagem da gordura contida no balão, previamente tarado.

Para esta determinação foram feitos três ensaios.

6.3.4 – Determinação da composição em Ácidos gordos

Para a preparação da amostra, descascaram-se cerca de 5 g de sementes de cacau e procedeu-se à trituração em almofariz. A extracção da gordura foi efectuada num extractor *Soxhlet* durante cerca de 40 horas, usando éter de petróleo (p.e 40-60 °C).

A gordura extraída foi conservada em frascos de vidro hermeticamente fechados e ao abrigo da luz, para que a manteiga de cacau não sofresse alteração.

Para a extração, pesou-se cerca de 0,5 g da amostra para um tubo de 20 mL com uma tampa de rosca. Juntou-se 10 mL de N-heptano (para cromatografia) e 0,5 mL de solução de Metilato de Potássio (11,2 KOH/100mL Metanol) e agitou-se manualmente durante 60s. Levou-se o tubo à centrífuga durante 10 minutos a uma rotação de 2500 rpm, deixando a parte superior da solução (que contém os ésteres metílicos) límpida, pronta a injectar no equipamento.

A análise das soluções de ésteres de ácidos gordos em heptano foi feita por cromatografia em fase gasosa num cromatógrafo gasoso *Perkin Elmer Autosystem*. As condições cromatográficas utilizadas são descritas pelo Jornal Oficial das Comunidades Europeias (1991b) (Quadro 7).

Quadro 7 - Condições cromatográficas para a determinação dos ácidos gordos

Condições	
Cromatógrafo*	<i>Perkin Elmer Autosystem</i>
Coluna	Capilar Supleco de sílica fundida, com 60 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,2 µm de espessura
Temperatura do forno	De 165°C a 230°C, a 5°C/min
Gás vector	Gás inerte (hélio) seco e com um teor de oxigénio inferior a 10mg/kg
Fluxo do gás vector	1,2 mL/min
Gases auxiliares	Hidrogénio e ar reconstituído isentos de impurezas orgânicas
Temperatura do detector (de ionização de chama)	225°C
Volume injectado	Geralmente compreendido entre 0,1 e 2 µL

* O cromatógrafo tem acoplado um integrador PE Nelson 600 Series Link Unit que permite a realização de cálculos rápidos e rigorosos.

A identificação dos compostos foi feita por comparação dos perfis cromatográficos de ésteres metílicos de ácidos gordos e isómeros *trans* dos ácidos gordos obtidos, com os referidos na bibliografia (JOCE, 2002).

A quantificação foi realizada em percentagem de área, que se considera que a soma das áreas dos picos correspondentes aos diversos ácidos gordos é igual 100%.

O cálculo dos resultados é feito através da seguinte fórmula:

$$\% \text{ Ácidos Gordos} = \frac{\text{área do pico}}{\text{soma das áreas dos picos}} \times 100$$

Para esta determinação foi feito apenas um ensaio.

6.3.5 – Determinação da composição em triacilgliceróis

A preparação da amostra bem como a conservação é semelhante à efectuada para a determinação dos ácidos gordos.

Para a extracção as soluções cetónicas a 5% (m/v) de cada uma das amostras a analisar foram preparadas mediante a pesagem de uma toma de $0,5 \pm 0,001$ g da amostra num balão volumétrico de 10 mL, que se preenche, de seguida até ao traço com o solvente de solubilização (acetona).

A separação e a quantificação dos triacilgliceróis foram realizadas por HPLC num sistema composto por bomba, forno, detector e integrador de recolha e tratamento de dados (*PE Nelson NCI900*). As condições cromatográficas utilizadas estão descritas pelo Jornal Oficial das Comunidades Europeias (1991a) (Quadro 8).

Quadro 8 - Condições cromatográficas para a determinação de triacilgliceróis

Condições	
Bomba	<i>Perkin Elmer – Binary LC Pump 250</i>
Forno (Alltech 530 Column Heater)	35°C
Detector (IV)	<i>Perkin Elmer LC-30 RI</i>
Volume Injectado	10 µL
Coluna	<i>Superspher 100 RP – 18 de 250 mm de comprimento e 4mm de diâmetro interno e granulometria das partículas de 5µm</i>

Depois de ligado o sistema cromatográfico, efectuou-se a purga total do mesmo mediante bombagem com o solvente de eluição (mistura de acetonitrilo e acetona em proporções a ajustar a fim de obter a separação desejada, começa-se com uma mistura na proporção 50/50) segundo um fluxo de 1,5 mL/mm (*JOCE*, 1991a).

A determinação de triacilgliceróis foi feita através de perfis cromatográficos, por comparação com os referidos na bibliografia (Lisa et al. 2008).

A quantificação foi feita em percentagem de área, que se considera que a soma das áreas dos picos correspondentes aos diversos triacilgliceróis é igual a 100%.

O cálculo dos resultados é feito através da seguinte fórmula:

$$\% \text{ triacilgliceróis} = \frac{\text{área do pico}}{\text{soma das áreas dos picos}} \times 100$$

Para esta determinação foi feito apenas um ensaio.

6.3.6 – pH e acidez titulável

Esta determinação foi realizada segundo Batalha (2009).

Foi moido cerca de 5 g de cacau previamente descascado, aos quais se adicionaram 45 mL de água destilada a ferver. Filtrou-se a suspensão, deixou-se arrefecer até cerca de 20°C e mediu-se o pH num potenciómetro *Crison ph/mv-meter digit 501*.

Para a determinação da acidez, utilizou-se 25 mL do mesmo filtrado e após adição de 200 mL de água destilada neutralizada, titulou-se na presença de fenolftaleína com uma solução de hidróxido de sódio a 0,1N. A acidez foi expressa em meq NaOH/g de amostra.

Para esta determinação foram feitos três ensaios.

6.3.7 – Fenóis Totais

Para preparar a amostra descascou-se cerca de 5 g de sementes de cacau e posteriormente procedeu-se à trituração grosseira das mesmas num almofariz e colocou-se num extractor *Soxhlet*. A extracção teve a duração de cerca de 36 horas, usando éter de petróleo (p.e. 40-60°C).

Moeu-se o cacau desengordurado até à granulometria de 0,5 mm, e para conservação colocou-se em caixas hermeticamente fechadas num exsiccador.

O procedimento utilizado baseia-se no descrito por *Cros et al.* (1982), que se fundamenta na medição espectrofotométrica da intensidade da cor produzida por oxidação das substâncias polifenólicas por efeito da reacção com o reagente de *Folin-Ciocalteu* (Figura 7).

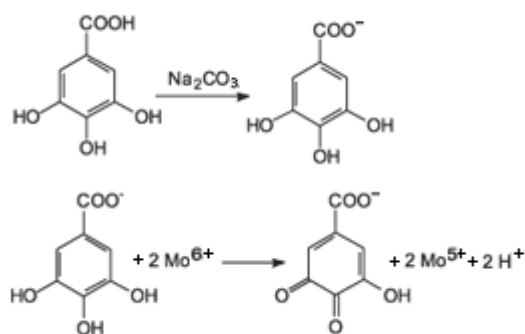


Figura 7 - Reacção do Ácido Gálico com Molibdénio, componente do reagente de Folin-Ciocalteu (Fonte: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422009000300013&script=sci_arttext)

Para tal, pesou-se 1g de cacau em pó desengordurado de cada amostra e adicionou-se 40 mL de metanol a 70% (v/v) e efectuou-se a extracção com agitação magnética durante 45 min a 0°C. Após filtrado no funil de *Büchner* através de papel de filtro *Whatman* nº541, diluiu-se com metanol a 70% (v/v) até completar 50 mL, obtendo-se o **Extracto Bruto**.

Para quantificar, retirou-se 5 mL do extracto bruto e diluiu-se com água destilada até perfazer os 50mL → **Solução A**.

Adicionou-se 10 mL do extracto bruto com ácido clorídrico (0,1N) até pH 3,5 e de seguida diluiu-se com 10 mL de água destilada, adicionou-se 2 g de PVPP e agitou-se durante 10 minutos de forma a eliminar os fenóis. Filtrou-se a solução em funil *Büchner* com papel de filtro *Whatman* nº541 e completou-se o volume de 25 mL com água destilada → **Solução B**.

Para fazer o doseamento, colocou-se em cada tubo de ensaio:

- 1 mL de solução A, B ou padrão;
- 5 mL de reagente de *Folin-Ciocalteu* (1:10) (*Merck*).

Depois de 3 minutos, adicionou-se 4 mL de solução aquosa de carbonato de sódio a 7,5% (m/v), para estabilizar a cor formada. Os tubos foram em seguida colocados na estufa a 40°C, num período de 20 minutos.

Ao fim de completar o tempo indicado, mediu-se a absorvância das soluções no espectrofotómetro UNICAM UV/VIS spectrometer 4 com um comprimento de onda de 760 nm. A quantificação realizou-se através de uma curva padrão de ácido gálico monohidratado (*Panreac*), feita para uma gama de concentrações entre 0 a 200 µg/mL → $y = 8,7797x + 0,0243$, $R^2 = 0,9979$.

Para esta determinação, foram feitos três ensaios.

6.3.8 – Confeção de chocolate

A análise sensorial foi feita em chocolate sólido, confeccionado de acordo com os procedimentos que a seguir se indicam.

Para a elaboração de 100 g de chocolate, utilizou-se uma receita em que as quantidades foram 33,5 g de cotilédones torrados ($150^{\circ}\text{C} \pm 2/30$ minutos) numa estufa *Heraeus*, de acordo com os resultados da optimização do grau de torra de cacau Amelonado de São Tomé obtidos por Almeida (1999) e moídos, aos quais se adicionaram 25,65 g de manteiga de cacau, 40,7g de açúcar e 0,5 g de lecitina de soja.

Para que não houvesse sobretorra, arrefeceram-se as sementes num tabuleiro de malha aberta.

A moenda do cacau foi feita através de um moinho de café da *Philips* de 180 W, posteriormente ao cacau ser mergulhado em azoto líquido o que proporcionou uma moenda mais fina desejada para a elaboração de um chocolate macio sem grumos.

Pesaram-se e juntaram-se todos os ingredientes numa *bimby*, que esteve sujeita a uma velocidade de 1.100 rpm e a temperaturas que se distribuíram entre os 37°C e os 80°C .

Na *bimby*, houve uma mistura de todos os ingredientes e ao mesmo tempo decorreu o processo de refinação e conchagem.

A confeção é feita em 5 partes com a duração de meia hora cada parte, em que na primeira e quinta meia hora a temperatura que predomina são os 37°C , na segunda meia hora 50°C , na terceira meia hora 60°C e na quarta meia hora 80°C .

Depois de misturado, levou-se o chocolate a uma temperatura de $46/49^{\circ}\text{C}$ através de um banho-maria e arrefeceu-se até uma temperatura de $26/29^{\circ}\text{C}$, sendo depois submetido outra vez a uma temperatura mais elevada de $32/33^{\circ}\text{C}$, tendo sofrido uma temperagem.

Finalmente para fazer a moldagem em formas de plástico, utilizou-se uma acção vibrante para uniformizar a distribuição e por fim refrigerou-se à temperatura de 10°C durante 50 minutos.

O chocolate foi apresentado sobre a forma de quadradinhos e círculos. A fim de minimizar as alterações, que pudessem surgir por exposição ao ar, foi necessário produzir e desenformar o chocolate pouco antes das provas sensoriais.

Foi escolhida a *bimby* para preparar os chocolates uma vez que, comparando com o moinho de bolas verificou-se que, os chocolates produzidos apresentavam uma textura e um resultado mais de aproximado do desejado.

Foi também usado azoto líquido para ajudar na moenda dos grãos, uma vez que estes apresentam uma estrutura muito dura, e por si só, o moinho de café utilizado não obtinha a finura desejada.

6.3.9 - Análise sensorial

As sessões de prova foram realizadas na sala de provas do PAIAT (Pavilhão de Agro - Indústrias e Agronomia Tropical) do ISA.

O painel de provadores foi constituído por 10 provadores (alunos e funcionários do instituto), ou seja um grupo heterogéneo, sendo portanto pessoas não muito familiarizadas em provas sensoriais e com pouca ou nenhuma experiência e treino a este nível.

A avaliação sensorial do chocolate foi feita através de uma folha de prova elaborada previamente (Anexo I), sendo analisadas as seguintes características: aparência, cheiro, sabor e textura, classificados através de uma escala de 0 a 5.

6.3.9.1 – Treino do painel de provadores

Para reduzir a variabilidade dos resultados foi efectuado um treino para ambientar os provadores. O painel realizou 3 provas de degustação de chocolate, antecedentes aos chocolates produzidos, em que se procurou criar um contacto inicial com diversos chocolates com teores de cacau diferentes e as características desejadas para a avaliação final.

Numa primeira prova, foram analisados cinco chocolates: chocolate branco da marca Continente (B6J), chocolate preto com 50% de cacau da marca Continente (LX0), chocolate de leite com 30% de cacau da marca Continente (MN2), chocolate de leite com 30% de cacau da marca *Fin Carré Alpen – Vollmilch* (5HK) e chocolate de leite com 46% de cacau da marca *J. D. Gross Madagaskar Edelcacao* (EX1).

Numa segunda prova, foram analisados quatro chocolates: chocolate preto com 50% de cacau da marca Continente (LX0), chocolate preto com 72% de cacau da marca Continente *Gourmet* (A7C), chocolate de leite sem adição de açúcares com 70% de cacau da marca Continente Equilíbrio (3PD) e chocolate preto com 61% de cacau da marca Valrhona (09E).

Numa terceira prova, foram analisados quatro chocolates: chocolate preto com 50% de cacau da marca Continente (LX0), chocolate preto sem adição de açúcares com 49% de cacau da marca Canderel (US1),

chocolate para culinária com 46% de cacau da marca Continente (V3D), sucedâneo de chocolate com 10% de cacau da marca Dulcinea (4ZC) e chocolate negro sem adição de açúcares com 70% de cacau da marca Continente Equilíbrio (D8C)

6.3.9.2 – Prova dos chocolates produzidos

Para a prova final dos chocolates produzidos, foram feitas 2 provas com chocolates distintos. Cada prova foi feita em duas partes, de forma a não cansar os provadores.

Em ambas as partes das duas provas, o chocolate feito a partir de sementes de Cacau Amelonado Híbrido fermentado do Gana está presente, sendo considerado e reportado aos provadores como sendo o chocolate padrão.

Na 1ª parte da prova, pretendeu-se comparar os cacaos de São Tomé e Príncipe (Catongo, Amelonado e Amelonado Híbrido) e também um cacau Catongo do Brasil. Na 2ª parte, pretendeu-se comparar os cacaos da Colômbia (Trinitário) sendo dois torrados e sendo um fermentado. Na 3ª parte pretendeu-se comparar um cacau Catongo, um cacau Amelonado e um cacau Trinitário. Na 4ª parte pretendeu-se comparar um cacau Catongo, um cacau Amelonado Híbrido, um cacau Trinitário torrado (pasta de cacau) e um fermentado.

Na Quadro 9 apresenta-se a disposição das provas e os chocolates provados a partir das sementes de cacau.

Quadro 9 - Plano para as provas sensoriais dos chocolates

1ª Prova		2ª Prova	
1ª Parte	2ª Parte	3ª Parte	4ª Parte
AHF.G (padrão)	AHF.G (padrão)	AHF.G (padrão)	AHF.G (padrão)
CF.B	TF.CS	CF.STP	CF.B
CF.STP	TT.CG	AF.STP	AHF.STP
AF.STP	TT.CP	TT.CG	TT.CP
AHF.STP			TF.CS

A folha de prova utilizada, é igual à folha de prova apresentada no treino de provadores (Anexo 1).

6.3.10 – Tratamento dos dados

Para a análise de dados utiliza-se o teste Análise de variância a um factor (ANOVA), recorrendo ao *software Statistica 7* que permite avaliar o efeito do factor em estudo, ou seja, as diferentes amostras. As

amostras só se consideram significativamente diferentes se o $p - value \leq 0,05$. Nesses casos faz-se a comparação de médias pelo teste de *Tukey*.

6.4 – Resultados e Discussão

6.4.1 – Análise físico-química

Os resultados obtidos na determinação da massa de 100 sementes, do teor de humidade, da gordura, da acidez titulável, do pH e fenóis totais, encontram-se no Quadro 10.

Quadro 10 - Caracterização físico-química das amostras

Análise Físico-Química	Amostras								
	AHF.G	CF.B	CF.STP	AF.STP	AHF.STP	CNF.STP	TF.C	TT.CG	TT.CP
Massa de 100 sementes (g)	122,2b	83,0d	110,2c	165,3a	164,1a	116,0c	169,3a	●	●
Teor de Humidade (%)	4,5c	4,9b	4,4c	4,3c	4,6c	●	5,4a	2,5e	3,0d
Teor de Gordura (%)	58,6*c	62,1a	62,1a	60,5b	57,2d	54,8e	60,3b	47,9f	45,5g
Acidez Titulável (meq NaOH/g)	0,18*a	0,11bc	0,11bc	0,12bc	0,19ab	●	0,09b	●	●
pH	5,30*ab	4,92c	4,94c	5,16b	5,57a	●	4,70d	●	●
Fenóis Totais (mg ácido Gálico / g cacau)	●	25,32f	21,13g	30,88e	36,77d	46,42c	48,43b	51,23a	49,12b

*Segundo Almeida (1999)

● Não realizado

Legenda: HF.G – Híbrido Fermentado do Gana, CF.B – Catongo Fermentado do Brasil, CF.STP – Catongo Fermentado de S. Tomé e Príncipe, AF.STP – Amelonado Fermentado de S. Tomé e Príncipe, AHF.STP – Amelonado Híbrido Fermentado de S. Tomé e Príncipe, CNF.STP – Catongo Não Fermentado de S. Tomé e Príncipe, TF.C – Trinitário Fermentado da Colômbia, TT.CG – Pasta de cacau Trinitário da Colômbia, G, TT.CP – Pasta de cacau Trinitário da Colômbia, P

→ Valores seguidos de mesma letra não diferem significativamente para $p - value \leq 0,05$.

6.4.1.1 – Massa de 100 sementes

De acordo com Wood (1987), o valor estipulado para a massa de cada semente varia entre os 1,0 – 1,2 g. Os resultados para a massa de 100 sementes obtidos para o Cacau Amelonado Híbrido Fermentado do Gana ($m=122,2g$), Cacau Catongo Fermentado de São Tomé e Príncipe ($m=110,2g$), e Cacau Catongo Não Fermentado de São Tomé e Príncipe ($m=116,0g$) garantem a aceitação do cacau comercial, em termos de massa das sementes. O Cacau Catongo Fermentado do Brasil ($m=83,0g$), Cacau Amelonado Fermentado de São Tomé e Príncipe ($m=165,3g$), Cacau Amelonado Híbrido Fermentado de São Tomé e Príncipe ($m=164,1g$) e Cacau Trinitário Fermentado da Colômbia ($m=169,3g$) não se encontram dentro dos valores estipulados, podendo ser rejeitado quanto ao critério da massa de 100 sementes.

Aplicando o teste ANOVA (Anexo 2) conclui-se que, globalmente, as amostras apresentam diferenças significativas entre elas uma vez que $p - value = 0,000 < 0,05$. Da análise do quadro 10, salienta-se que as

amostras AF.STP, AHF.STP e TF.C não apresentam diferenças entre si bem como a amostra CF.STP com a amostra CNF.STP.

6.4.1.2 – Humidade

Nesta determinação, o valor médio obtido para AHF.G foi de 4,5%, CF.B foi de 4,9%, CF.STP foi de 4,4%, AF.STP foi de 4,3%, AHF.STP foi de 4,6%, TF.C foi de 5,4%, TT.CG foi de 2,5% e TT.CP foi de 3,0%, se encontra dentro dos limites deste parâmetro.

Aplicando o teste ANOVA (Anexo 3) conclui-se que as amostras apresentam diferenças significativas entre elas uma vez que $p\text{-value} = 0,000 < 0,05$. Da análise do quadro 10, destaca-se que as amostras AHF.G, CF.STP, AF.STP e AHF.STP não apresentam diferenças entre si.

6.4.1.3 – Gordura

De acordo com Santos (1988), os valores encontrados para o cacau comercial da África Ocidental variam entre 56-58% de gordura na semente seca, e segundo Bastos (2003), a pasta de cacau deve conter no mínimo 50% de manteiga de cacau.

No que se refere ao teor de extracto etéreo com ataque ácido, verificamos que os teores encontrados nas diferentes amostras se situam nos valores aceitáveis para o cacau da África Ocidental.

As amostras de Catongo Fermentado de STP, Amelonado Fermentado de São Tomé e Príncipe, Catongo Fermentado do Brasil e Trinitário Fermentado da Colômbia destacam-se por apresentar teores superiores a 60%, sendo conotados a nível da indústria como sendo cacaos de excelente qualidade (Almeida, 1998). Já a pasta de cacau Trinitário da Colômbia não alcança os valores cuja causa poderá ser a perda de gordura durante o processo mecânico de moagem.

Aplicando o teste ANOVA (Anexo 4) conclui-se que, globalmente, as amostras apresentam diferenças significativas entre elas uma vez que $p\text{-value} = 0,000 < 0,05$. Da análise do quadro 10, salienta-se que, as amostras CF.B e CF.STP são semelhantes, bem como as amostras AHF.G e TF.C.

6.4.1.4 – Ácidos Gordos

No quadro 11 verifica-se a composição média em ácidos gordos das diferentes amostras de cacau.

Relativamente aos Ácidos láurico, mirístico, palmitoleico e araquídico, as amostras estão dentro dos intervalos de valores apresentados no quadro 4. No entanto para o ácido palmítico, esteárico, oleico, linoleico e linolénico, existem amostras que estão fora dos intervalos apresentados, uma vez por se tratar de amostras diferentes.

Quadro 11 - Quantificação de ácidos gordos

		Espécie de Cacau							
Ácido Gordo		CF.B	CF.STP	AF.STP	AHF.STP	TF.C	TT.CG	TT.CP	CNF.STP
C 12:0	Ácido láurico	N.D	N.D	0,008	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
C 14:0	Ácido mirístico	0,04	0,06	0,1	0,07	0,05	0,05	0,07	0,05
C 15:0	Ácido pentadecanóico	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03	0,02
C 16:0	Ácido palmítico	24,11	24,13	29,49	27,36	30,26	30,19	29,71	24,32
C 16:1	Ácido palmitoleico	0,22	0,29	0,28	0,21	0,27	0,26	0,26	0,27
C 17:0	Ácido margárico	0,21	0,20	0,26	0,28	0,28	0,21	0,23	0,23
C 17:1	Ácido margaroleico	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	N.D
C 18:0	Ácido esteárico	32,40	34,92	33,18	36,13	33,26	34,10	32,93	37,08
C 18:1	Ácido oleico	38,01	36,11	32,97	32,68	31,95	31,31	32,09	33,70
C 18:2	Ácido linoleico	3,45	2,88	2,22	2,00	2,36	2,43	3,26	2,60
C 20:0	Ácido araquídico	1,00	0,91	0,99	0,85	1,05	0,96	0,91	0,98
C18:3	Ácido linolénico	0,20	0,17	0,15	0,14	0,17	0,15	0,22	0,13
C 20:1	Ácido gadoleico	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05
C 22:0	Ácido beénico	0,21	0,17	0,17	0,13	0,16	0,14	0,17	0,17
C 24:0	Ácido lignocérico	0,08	0,07	0,10	0,07	0,09	0,07	0,09	0,07
C 24:1	Ácido nervóico	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,28
C 26:0	Ácido hexacosanoico	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,07

)- Não detectado

Segundo Rebelo (2002), os ácidos gordos dominantes na gordura são o esteárico, o oleico e o palmítico e os menos dominantes, o linoleico e o araquídico, no entanto diferem nas diferentes amostras estudadas (Quadro 11).

No caso do Ácido esteárico, a amostra que apresenta maior quantidade é o CNF.STP (37,08%), já para o Ácido oleico, a amostra que apresenta maior quantidade é o CF.B (38,01%) com valor próximo do CF.STP (36,11%) e ambos superiores ao de todas as outras amostras, e para o Ácido palmítico o que apresenta maior quantidade é o TF.C (30,26%) apresentando os cacaos CF.B e CF.STP valores inferiores à média das amostras.

De notar que todas as amostras apresentam um ácido dominante diferente.

Quanto aos Ácidos linoleico e araquídico as amostras apresentam valores semelhantes, no entanto poderá destacar-se o CF.B com maior quantidade de Ácido linoleico e o TF.C com maior quantidade de Ácido araquídico.

No Anexo 5, encontra-se um cromatograma exemplificativo das amostras em estudo (amostra: CF.STP), no entanto existem amostras que representam excepções (Anexo 6 e 7).

Quanto ao Ácido nervóico e Ácido hexacosanoico apenas foi detectado no caso do cacau CNF.STP (Anexo 7).

6.4.1.5 – Triacilgliceróis

Através da análise do quadro 12 e dos cromatogramas, a quantidade de triacilgliceróis difere com as amostras, atestando-se diferenças entre os diferentes tipos de cacau.

No Anexo 8, encontra-se um cromatograma exemplificativo das amostras em estudo (amostra: CF.STP), no entanto existem amostras que representam excepções (Anexo 9).

Quadro 12 - Quantificação de Triacilgliceróis

Triacilglicerol	Espécie de Cacau							
	CF.B	CF.STP	AF.STP	AHF.STP	TF.C	TT.CG	TT.CP	CNF.STP
OOO	0,19	0,31	0,34	N.D	N.D	N.D	N.D	0,59
SLO	1,08	1,07	0,27	0,11	0,52	0,10	0,42	0,36
?	N.D	0,40	N.D	N.D	0,20	N.D	N.D	N.D
OOP	1,40	1,81	2,02	1,30	2,27	1,19	1,80	1,57
?	0,98	0,42	0,12	0,13	N.D	0,11	0,27	0,22
SLP	7,67	5,15	1,82	2,11	1,09	0,85	1,78	2,97
POP	16,04	15,46	21,85	20,03	23,14	22,98	22,78	16,25
PPP	0,14	0,06	0,20	0,12	0,23	0,17	0,14	N.D
MOP	0,29	0,22	0,40	0,43	0,50	0,25	0,30	0,19
SOO	11,01	8,04	2,66	1,50	0,98	0,94	1,84	4,75
SOP + SLS	36,54	39,28	43,52	42,47	43,74	44,74	43,39	41,67
SPP	0,11	0,11	0,47	0,32	0,73	0,54	0,41	0,33
SOM	0,32	0,19	0,38	0,45	0,57	0,20	0,68	0,03
AOO	0,25	0,22	0,03	0,09	N.D	0,09	0,19	0,37
SOS	23,72	27,21	25,26	30,33	25,27	27,19	25,29	30,17
SSP	0,27	0,07	0,48	0,62	0,76	0,63	0,44	0,25
BOP + AOS	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,24	N.D
POP+SOP+SOS	76,30	81,94	90,64	92,82	92,15	94,91	91,46	88,09

N.D - Não detectado

Legenda: O – ácido oleico; S – ácido esteárico; M – ácido margárico; P – ácido palmítico; A – ácido araquídico; L – ácido linoleico; B – ácido beénico.

Os valores obtidos nas amostras e descritos na quadro 12, diferem na sua maioria, dos valores apresentados por *Jewell and Braford* (1981) e *Chaiseri et al* (1989).

Nos resultados obtidos, os triacilgliceróis monoinsaturados predominantes SOP, SOS e POP correspondem a mais de 80% do total de triacilgliceróis da amostra. Apenas a amostra de cacau CF.B não cumpre os requisitos definidos com um teor de 76,30% e a amostra do CF.STP, embora superior, apresenta um valor próximo observado por *Jewell e Braford* (1981) e *Chaiseri et al.* (1989).

O valor de triacilglicerol SOP varia entre 36% e 45%, o SOS varia entre 24% e 30% e o POP varia entre 15% e 23% para as diferentes amostras.

Para o triacilglicerol SOP a amostra que apresenta um maior valor é TT.CG (44,74%), apresentando o CF.B e CF.STP resultados inferiores à média das amostras, para o SOS o valor mais elevado ocorre em AHF.STP (30,33%) registando-se em CF.B um valor inferior à média e para o POP o valor mais elevado ocorre em TF.C (23,13%) e apresentando valores inferiores à média os cacaos CF.B e CF.STP.

O CF.B e o CF.STP destacam-se também por apresentar os maiores valores nos triacilgliceróis SLP e SOO.

Pela observação do quadro 12 verifica-se ainda que apenas a amostra TT.CP apresenta o triacilglicerol BOP+AOS.

6.4.1.6 – Acidez Titulável e pH

O Ácido acético é o ácido maioritário. O seu teor depende da forma como decorreu a fermentação, a secagem e o armazenamento.

Para além dos ácidos voláteis, também os ácidos não voláteis como o Ácido cítrico contribuem para a quantificação da acidez titulável..

Aplicando o teste ANOVA (Anexo 10) conclui-se que as amostras apresentam diferenças significativas entre elas para pH uma vez que $p\text{-value} = 0,000 < 0,05$. Através da visualização do quadro 10, é possível ainda destacar que, apesar da amostra AHF.STP ser diferente da amostra AF.STP, a amostra AHF.G é semelhante tanto a uma amostra como à outra. Pode-se visualizar ainda que dentro da diferença significativa global das amostras, as amostras de Catongo são semelhantes entre si.

Para a acidez titulável, através do teste ANOVA (Anexo 11), conclui-se que as amostras apresentam diferenças significativas entre elas com um $p\text{-value} = 0,000 < 0,005$. Através do quadro 10, destaca-se que as amostras, CF.B, CF.STP e AF.STP, apesar de diferentes das restantes, são idênticas entre si.

6.4.1.7 – Fenóis Totais

Nesta determinação, o valor médio obtido para o cacau CF.STP foi de 21,134, AF.STP foi de 30,882, AHF.STP foi de 36,767, CF.B foi de 25,325, TF.C foi de 48,432, TT.CG foi de 51,228, TT.CP foi de 49,125 e CNF.STP foi de 46,420, expresso em mg ácido Gálico / g cacau seco e desengordurado (Figura 8).

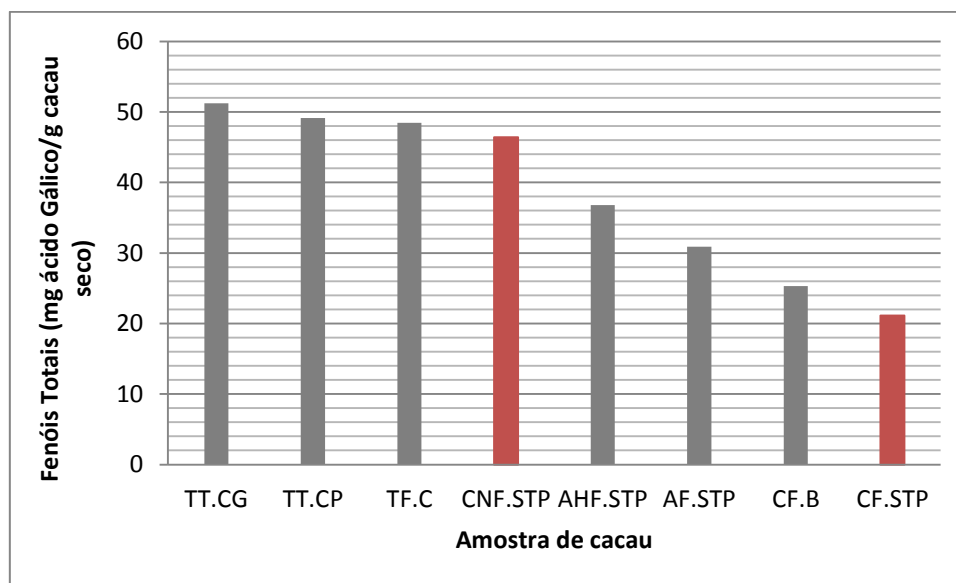


Figura 8 - Quantidade de fenóis totais nas amostras em estudo

Pela observação da figura 8 pode-se verificar que o teor de fenóis totais diminui durante o processo de fermentação. Esta conclusão só pode ser observável nas amostras de cacau Catongo de São Tomé e Príncipe pelo facto de serem as únicas a terem sementes frescas e fermentadas.

A quantidade de fenóis totais nas sementes não fermentadas de cacau Catongo (cerca de 46 mg de ácido Gálico/ g cacau seco e desengordurado) é superior ao valor referido por Jeanjean (1995).

Esta autora verificou um decréscimo do teor de fenóis totais de 70 – 80% em amostras fermentadas ao longo de 8 dias e secas ao sol.

Nas amostras de Catongo agora estudadas, ocorreu um decréscimo de cerca de 55%. Esta diferença poderá dever-se à diferente origem e qualidade das amostras de cacau e ao tipo de tecnologia pós-colheita adoptado.

Pode ainda observar-se que o cacau Catongo Fermentado de São Tomé e Príncipe é o que apresenta um menor teor de fenóis totais (21,134 mg de ácido Gálico/ g cacau seco e desengordurado) das

sementes fermentadas ao contrário da pasta de Cacau Trinitário que apresenta um maior teor (51,228 mg de ácido Gálico/ g cacau seco e desengordurado).

Aplicando o teste ANOVA (Anexo 12) conclui-se que as amostras apresentam diferenças significativas entre elas uma vez que $p\text{-value} = 0,000 > 0,05$. Constata-se ainda, através do quadro 10, que a amostra TF.C é semelhante à amostra TT.CP.

6.4.2 – Análise sensorial

6.4.2.1 – Treino do painel de provadores

Através da figura 9, é possível observar o perfil das três provas sensoriais de treino com base nos valores médios obtidos para cada uma das variáveis avaliadas.

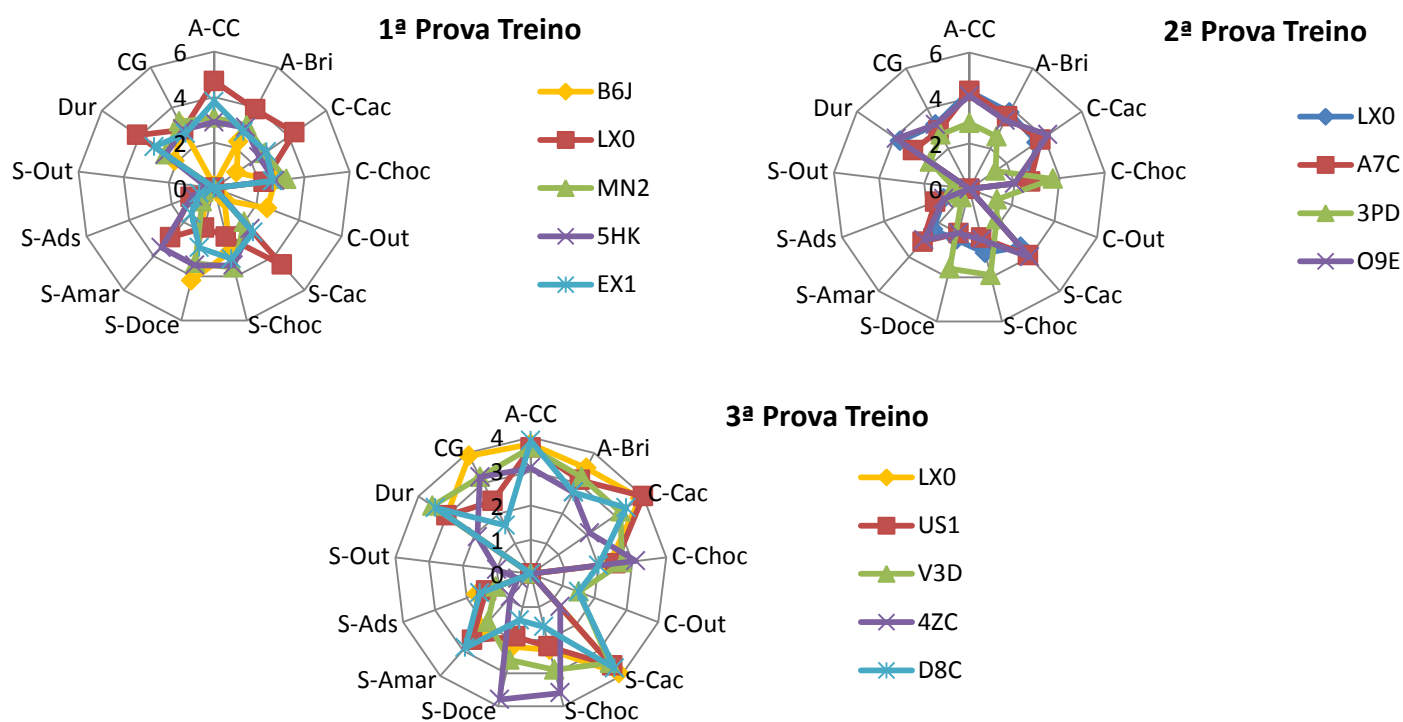


Figura 9 - Perfil das três provas sensoriais do treino de painel de provadores

Através dos resultados obtidos e da figura 10, que mostram apenas a avaliação aos chocolates LX0 (padrão) nas três provas, os provadores consideram que não existem diferenças significativas na maioria dos parâmetros avaliados e somente na avaliação do sabor a cacau existe uma diferença significativa.

Consideram ainda que na primeira prova existe um sabor mais intenso de cacau e na segunda prova existe um menor sabor a cacau.

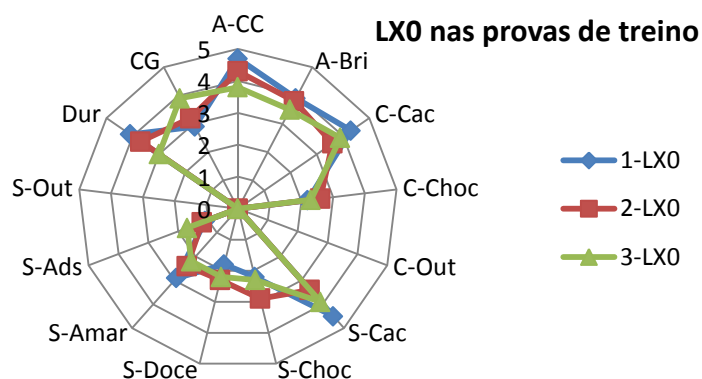


Figura 10 - Perfil das três provas sensoriais do treino de painel de provadores apenas para o chocolate padrão

Depois de uma análise aos resultados obtidos no treino de painel de provadores, a maioria dos resultados, não evidencia diferenças significativas de umas provas para as outras, considerando-se por isso que os provadores estão aptos a fazer as provas dos chocolates que vão ser produzidos posteriormente.

6.4.2.2 – Prova dos chocolates produzidos

Na figura 11, encontram-se exemplos de chocolates produzidos a partir das amostras em estudo.



Figura 11 - Chocolates confeccionados com cacau Amelonado Híbrido Fermentado de São Tomé e Príncipe, Pasta de Cacau Colômbia G, Pasta de Cacau Colômbia P, Amelonado Fermentado de São Tomé e Príncipe, Catongo Fermentado de São Tomé e Príncipe e Catongo Fermentado do Brasil, da esquerda para a direita.

Através da análise estatística dos resultados obtidos nas provas (Quadro 13), é de salientar que apenas se obtém resultados significativamente diferentes na avaliação da cor castanha e no sabor adstringente na 1ª parte da 1ª prova, na classificação global na 2ª parte da 1ª prova, na avaliação da cor castanha na 3ª e 4ª parte da 2ª prova.

Quadro 13 - Nível de significância da análise estatística dos resultados da avaliação das provas de chocolates

	A - CC	A - Br	C - Cac	C - Choc	C - Out	S - Cac	S - Choc	S - D	S - Amar	S - Ads	S - Out	Dur	C. G
1ª Prova 1ª parte	0,00007	0,60821	0,38960	0,43151	1	0,38778	0,4129	0,41082	0,08587	0,00836	0,9898	0,42034	0,39783
1ª Prova 2ª parte	0,19019	0,97699	0,74694	0,88314	0,96224	0,34327	0,36505	0,42676	0,40947	0,39807	1,00000	0,17874	0,01750
2ª Prova 3ª parte	0,00032	0,13731	0,22545	0,55508	0,96437	0,35279	0,192989	0,99736	0,854847	1	1	0,0978	0,15291
2ª Prova 4ª parte	0,00396	0,43994	0,55542	0,49014	1,00000	0,76773	0,554165	0,40599	0,977426	1	1	0,07854	0,07854

Significativamente diferentes

Através da figura 12, é possível observar o perfil das quatro provas sensoriais com base nos valores médios obtidos para cada uma das variáveis avaliadas.

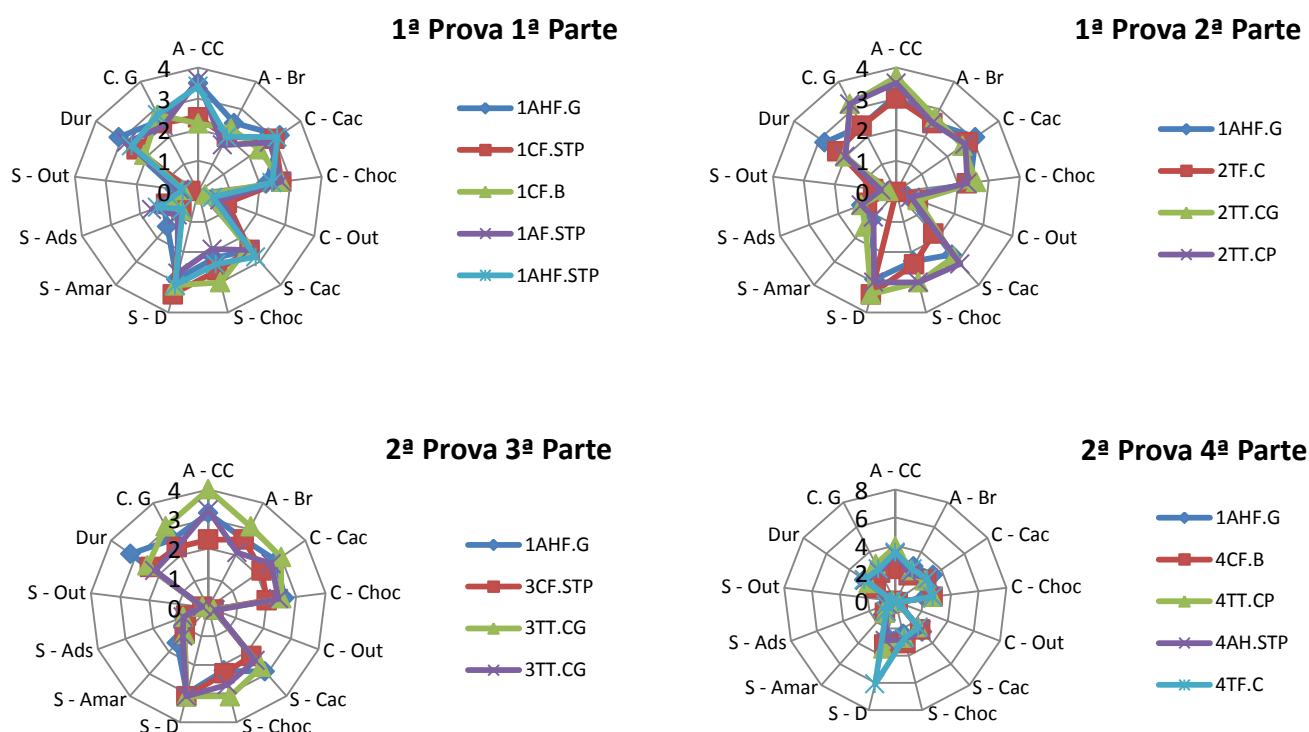


Figura 12 - Perfil das quatro provas sensoriais

Com base no anexo 13 e através da figura 12 e 13, pode-se determinar que na 1ª Prova 1ª Parte os chocolates preferidos pelos provadores foram o C.B e AHF.STP, na mesma percentagem; na 1ª Prova 2ª Parte os chocolates preferidos com a mesma percentagem foram os TT.CG e TT.CP; na 2ª Prova 3ª Parte o chocolate preferido pelos provadores foi o TT.CG; e por fim na 2ª Prova 4ª Parte, o chocolate preferido pelos provadores foi o TT.CP.

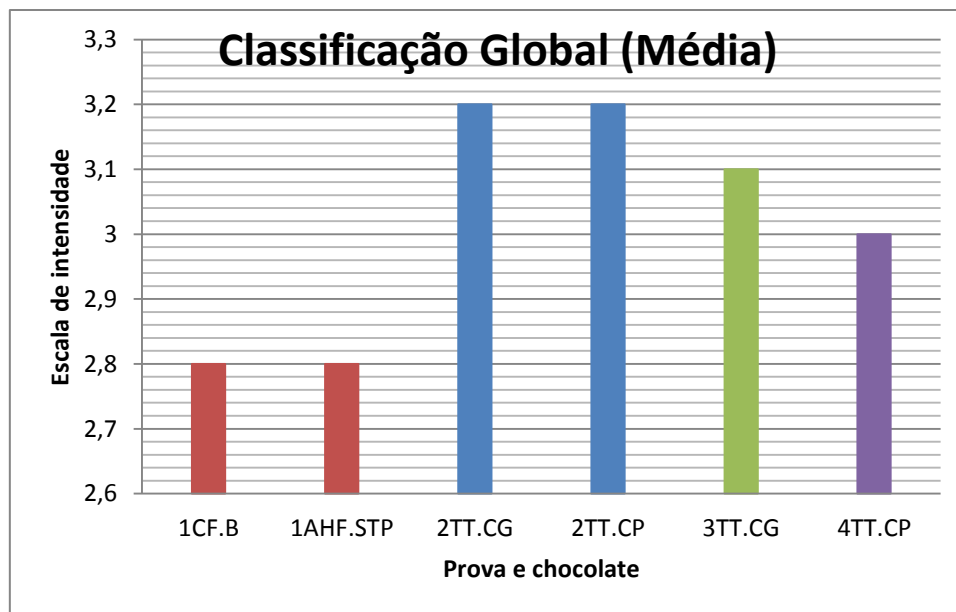


Figura 13 - Classificação global do chocolate nas quatro provas sensoriais

A preferência pelos chocolates TT.CG e TT.CP (Anexo 14) deve-se ao facto de estes serem feitos a partir de uma pasta de cacau, enquanto que os outros provêm de uma moenda de sementes, que pode tornar o chocolate um pouco mais grosseiro e indesejável ao gosto do provador.

Sendo o objectivo final, procurar descobrir se existe diferenças significativas entre os chocolates avaliados pelos provadores, através de uma ANOVA à classificação global das 4 partes das 2 provas, conclui-se que com um *p-value* de 0,22084 os chocolates não apresentam diferenças significativas quanto à classificação global, portanto poderão ser considerados chocolates semelhantes (Anexo 15).

Destaca-se ainda, que na primeira parte da primeira prova, a amostra 1HS (AHF.STP) é diferente das restantes amostras.

7 – Conclusões e Considerações Finais

O trabalho visou estudar sementes fermentadas, não fermentadas e torradas de vários tipos de cacau de modo a avaliar as suas características físico-químicas, funcionais e sensoriais.

Após realização do estudo de nove tipos de cacau provenientes de vários países, os resultados permitem concluir que:

- 1- Em termos de massa de 100 sementes, só o Cacau Híbrido Fermentado do Gana, o Cacau Catongo Fermentado de São Tomé e Príncipe e o Cacau Catongo Não Fermentado de São Tomé e Príncipe, garantem a aceitação como cacau comercial de qualidade.
- 2- Em termos de humidade, todo o cacau estudado é de qualidade uma vez que apresenta uma percentagem de humidade inferior a 8%, valor máximo estipulado para garantir a ausência de fungos e insectos.
- 3- Em termos de teor de gordura, o cacau Catongo de São Tomé e Príncipe e o cacau Catongo do Brasil são conotados, a nível da indústria, como sendo cacau de excelente qualidade pois apresentam um teor de gordura superior a 60%. Já as pastas de cacau Trinitário da Colômbia, não alcançam o teor de gordura estipulado de 50% para pastas de cacau.
- 4- Relativamente à composição em ácidos gordos, confirmou-se a presença dos ácidos maioritários na manteiga de cacau em todas as amostras. O cacau Catongo do Brasil destaca-se por apresentar maior quantidade de Ácido oleico (C 18:1) e de Ácido linoleico (C 18:2) (38,005% e 3,451%, respectivamente), ou seja, maior quantidade de gordura insaturada. O cacau Catongo de São Tomé e Príncipe apresenta um teor de Ácido oleico (C 18:1) superior às restantes amostras analisadas.
- 5- Relativamente à composição em triacilgliceróis, todas as amostras em estudo apresentam os triacilgliceróis dominantes. No somatório dos três principais triacilgliceróis (SOP+SLS, SOS, POP) encontra-se à frente a pasta de cacau da Colômbia (TT.CG), apresentando os CF.B e CF.STP valores inferiores à média das amostras. Em relação ao triacilglicerol (SOP+SLS), as mesmas amostras apresentam valores mais baixos do que a média dos valores das outras amostras estudadas.
- 6- Em termos de pH, a amostra AHF.G é considerada um cacau com pH médio e AHF.ST é considerado um cacau com pH elevado, enquanto que as restantes amostras são consideradas cacau com pH baixo. Para além das características genéticas da planta, a colheita bem como a

tecnologia pós colheita e o armazenamento também contribuem para a determinação deste valor.

- 7- Relativamente ao teor de fenóis, confirma-se uma diminuição ocorrida durante a fermentação e secagem, pois enquanto as sementes de cacau CNF.STP apresentam um teor de 46,420 (mg ácido Gálico / g de cotilédones desengordurados), depois de fermentadas e secas o cacau CF.STP apresenta um teor de 21,134 mg ácido Gálico / g de cotilédones desengordurados), correspondendo a uma redução de cerca de 45% no teor de fenóis. É de salientar ainda que o cacau TF.C apresenta um teor superior a qualquer outra amostra fermentada, de 51,228 (mg ácido Gálico / g de cotilédones desengordurados), sendo considerado um cacau de excelência para a saúde.

As amostras CF.B e CF.STP são as amostras que apresentam teores de Fenóis Totais significativamente inferiores a todas as outras amostras.

- 8- Relativamente aos chocolates produzidos, as respostas do painel de provadores são claramente influenciadas pela falta de treino por não se tratar de um painel experiente. Os provadores não identificam diferenças significativas nos chocolates e consoante o grupo de chocolates em prova, os resultados diferem para uma mesma amostra. A única conclusão relevante da análise dos provadores é a escolha dos chocolates TT.CG e TT.CP como os seus preferidos, escolha essa que reflecte a origem industrial, ou seja, maior qualidade em termos de granulometria e textura do cacau utilizado (pasta de cacau).
- 9- O conjunto de amostras utilizadas neste trabalho apresenta grande variabilidade em relação à origem, tipo e processo tecnológico do cacau, pelo que não foi possível concluir nenhum efeito destas variáveis na qualidade do produto final.

8 – Referências Bibliográficas

Bibliografia

ALMEIDA, M. H. G. (1990), *A tecnologia do cacau – Influencia na formação do “flavour”*. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

ALMEIDA, M. H. G. (1999), *Tecnologia pós-colheita. A fracção volátil no flavour*, Dissert. Provas Dout. Engenharia Agro – Industrial, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

ALMEIDA, M. H. G., LEITÃO, M. C. A. (1995), *Influencia da tecnologia nas características do cacau comercial. Estudo de parâmetros de qualidade do cacau de S. Tomé e Príncipe*. I, Jornadas sobre agricultura de S. Tomé e Príncipe, Lisboa.

ALVIM, P. de T. Agricultura nos trópicos húmidos: potencialidades e limitações. Ilhéus, BA, Ceplac/Cepec. 1975. 20 p.

ALVIM, P. de T. *Hydroperiodicity of flowering and flushing of cocoa*. . 11th International Cocoa Research Conference. Yamoussoukro, Côte d’Ivoire, 1993, p 625-633.

ALVIM, P. de T. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. In: TOMLINSON, P. B. and ZIMMERMAN, M. H. (eds). *Tropical trees as living systems: The proceedings of the four the Cabot Symposium held at Harvard Forest. Petersham Massachusetts, Cambridge, England*. Cambridge University Press. 1978, p 445-464.

AOAC (American Organization of Agricultural Chemistry) (1978), *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, Washington, AOAC.

ARÊS, P. I. B. (1992), *Industrialização do cacau. Algumas características físico – químicas da fracção lipídica de derivados de cacau*. Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia.

BARTLEY, B. *The Genetic Resources of Theobroma Cacao L. an Analysis of the Present Situation*. 2005.

BASTOS, C. P. *Processamento de Chocolate*. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2003

BATALHA, P. G. (2009), *Caracterização do cacau Catongo de São Tomé e Príncipe*, Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia.

BECKETT, S. T.; *Fabricación y Utilización Industrial del Chocolate*. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A., 1994. 432p.

BRENNAN, J. G. (1988), *Texture Perception and Measurement*, In: Piggott, J. R., *Sensory Analysis of Foods, Second Edition*, London, Elsevier Applied Science, pp. 69-101.

BRITO, E. S. Estudo de Mudanças Estruturais e Químicas Produzidas Durante Fermentação, Secagem e Torração do Cacau (*Theobroma Cacao L.*); e Propostas de Tratamento Para o Melhoramento de Sabor. 2000. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CHASERI, S.; ARRUDA, D. H.; DIMICK, P. S.; HENRIQUE, G. A. (1989), *Thermal characteristics and composition of fats from theobroma spicies*. *Turrialba*, 39(4): 468-472.

- COOK, L. R. (1982), *Chocolate production and use*. Harcourt Brace Javovich, New York.
- CROS et al. (1982), Recherche d'un indice de fermentation du cacao: II. Estimation de la matière colorante rouge des fèves de Cacao, *Café CacaoThé*, 26 (2): 115-122
- DIMICK, P. (1986), *Proceedings of the Symposium. Cacao Biotechnology*. Department of Food Science, College of Agriculture, The Pennsylvania State University.
- ESTEVES, E. (2009), *Análise Sensorial*, Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve.
- FERRÃO, J. E. M. (1985), Fundamentos técnico-científicos da tecnologia do cacau. Centro de Estudos de Produção e Tecnologia Agrícolas (IICT), Lisboa, 12 (1-2), 289-298.
- FERRÃO, J. E. M. (2002), O ciclo do cacau nas ilhas de S. Tomé e Príncipe. Universidade Portucalense, Porto.
- FERRÃO, J. E. M. (2002), *Cacau – Tecnologia pós colheita*. Lisboa, Instituto da Cooperação Portuguesa, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- FRAGOSO, R. A. (1996), *Influência da Tecnologia Pós-Colheita nos parâmetros de qualidade do cacau – Estudo e evolução dos compostos fenólicos durante a fermentação*, Instituto de Investigação Científica Tropical, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- GUENOT, M. C.; PERRIOT, J. J.; VINCENT, J. C. (1976), Evolution de la microflore et des acides gras des fèves de cacao au cours du stockage: étude préliminaire. *Café, Cacao et Thé*, 20 (1): 53-58.
- HEATH, H. B. (1981), *Source Book of Flavors*, Wesport, Avi Publishing Company, Inc.
- HILDITCH, T. P., STAINSBY, W. J. (1936), The component glycerides of cacao butter. *J. Soc. Chem. Ind.*, (55):95 (cit. por Martin J.R., 1987).
- JEANJEAN, D. N. (1995), *Influence du genotype, de la fermentation et de la torrefaction sur le development de l'arome cacao. Role des percurseurs d'arome*, These de Doctorat, Montpellier, Uiversité de Montpellier II.
- JEWELL, G. G., BRADFORD, L. (1981), Considerations in chocolate formulation. *Manuf. Confect.*, (61): 26-30 (cit. por Martin, J. R., 1987).
- JOCE (1991a), Determinação do teor de trilinoleína, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, Nº L248, Anexo VIII, pp. 29-32
- JOCE (1991b), *Análise por cromatografia em fase gasosa de ésteres metílicos de ácidos gordos*, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, NºL248, Anexo XA, pp. 36-34.
- JOCE (2002), *Preparação dos ésteres metílicos dos ácidos gordos do azeite e de óleo de bagaço de azeitona*, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, NºL128, Anexo XB, pp.14-18.
- LEITÃO, A. E. B. (1983), *A fermentação do cacau avaliada por um método rápido de determinação de cianidina*. Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia.
- LISA, M., HOLCAPEK, M. (2008), Triacylglycerols profiling in plant oils importante in food industry, dietetics and cosmetics using high-performance liquid chromatography – atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, pp. 1198 – 1199, pp. 115-130.

- MARTIN, J. R. (1987), *Chocolate*, Adv. Foods Res., 31: 211-342.
- MINIFIE, B. W. (1989), *Chocolate Cocoa and Confectionery: Science and Technology*. Third Edition, New York, AVI Book.
- NOGUEIRA, M. B. (2008); *Cacau e Chocolate*. Universidade Federal De Pelotas. Departamento de Ciência dos Alimentos. Pelotas.
- NORMA PORTUGUESA NP – 1719 (1981), *Cacau e produtos seus derivados*. Determinação da gordura, LISBOA, Instituto Português da Qualidade.
- NORMA PORTUGUESA NP 4258:1993 (1ª Edição), *Análise Sensorial*. Directivas gerais para a concepção dos locais apropriados para análise.
- NORMA PORTUGUESA NP – 4263 (1994), *Análise Sensorial*. Vocabulário, Lisboa, Instituto Português da Qualidade.
- OETTERER, M. (2006), *Tecnologias de Obtenção de cacau, Produtos de cacau e do chocolate*, Em: Oetter, M. (ed.), *Fundamentos de Ciências e Tecnologia de Alimentos*, São Paulo, Manole, pp. 1-48
- OWUSU, M. (2010), *Influence of raw material and processing on aroma in chocolate*. Faculty of Life Science, University of Copenhagen.
- REBELO, R. M. S. (2002), *A manteiga de cacau e a gordura do leite na indústria do chocolate – Estudo de cinéticas de cristalização*. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.
- ROSA, J. C. P. (2001), *Formulação de recheio aromatizado para bombom de chocolate*. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia.
- SANTOS, A. M. Q. C. (1988), *Cultura e tecnologia do cacau – O caso especial de Bioko (Guiné Equatorial)*, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores.
- SCHROETER, H.; HEISS, C.; BALZER, J. (-)-Epicatechin mediates beneficial effects of flavanol-rich cocoa on vascular function in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences (U.S.A)*, v. 103, p. 1024-1029, 2006.
- TROVÃO, M. H. B. (1995), *Contribuição para o estudo do efeito da torra na formação das pirazinas do cacau*. Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia.
- WOOD, G. A. R.; LASS, R. A. (1987), *Cocoa*, New York, Longman Scientific & Technical.

Referências bibliográficas electrónicas

- [1] FILIPA, NEIDE, SUSANA. PROCESSO DE FABRICO DO CHOCOLATE. [Consult. 13 Março 2012]. Disponível em WWW:URL<http://www.esac.pt/noronha/pga/0708/trabalhos/PGA_07_08_chocolate.pdf>.
- [2] PORTAL SÃO FRANCISCO. [Consult. 13 Março 2012]. Disponível em WWW: URL<<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/cacau/cacau-2.php>>.
- [3] FAVARIN, J. TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DO CACAU - Departamento de Produção Vegetal Piracicaba, SP. [Consult. 12 Março 2012]. Disponível em WWW:URL<<http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv582/LPV582-cacau.pdf>>.

- [4] A HISTÓRIA DO CACAU. DA PLANTA AO CACAU. [Consult. 13 Março 2012]. Disponível em WWW:URL<http://www.progelcone.com/pt/progelcone/HistoriaCacau_PlantaCacau.asp>. - XXX
- [5] O CACAU. [Consult. 12 Março 2012]. Disponível em WWW:URL<<http://www.publitecbrasil.com.br/pdf/177g.pdf>>.
- [6] OBTENÇÃO DO CHOCOLATE. PRÉ-PROCESSAMENTO DO CACAU. [Consult. 12 Março 2012]. Disponível em WWW:URL<http://chocolate.com.br/Obtencao_Chocolate.htm>
- [7] BIOSAMARA IBERIA. [Consult. 13 Março 2012]. Disponível: WWW:URL<http://www.biosamara.pt/produtos_oleomanteigas_cacau.php>.
- CEPLAC (2008), CACAU – HISTÓRIA E EVOLUÇÃO. [Consult. 12 Março 2012]. Disponível em WWW:URL<http://www.ceplac.gov.br/radar/radar_cacau.htm>.
- EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. TABLA DE CONTENIDO. [Consult. 29 Novembro 2012]. Disponível em: WWW:URL<http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/ena/doc_met_cacao.pdf>.
- FERRÃO, J. E. M. (2000), A “MORTE DA SEMENTE” SUA IMPORTÂNCIA NA TECNOLOGIA POS COLHEITA DO CACAU. [Consult. 13 Março 2012]. Disponível em WWW:URL<<http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/rca/v31n1/v31n1a23.pdf>>.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. [Consult. 29 Novembro 2012]. Disponível em: WWW:URL<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201202.pdf>.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA – RÉPUBLICA DEMOCRATICA DE S. TOMÉ E PRÍNCIPE. [Consult. 29 Novembro 2012]. Disponível em: WWW:URL<<http://www.ine.st/>>.
- LEITE, J. B. V., FONSECA, E. V., FEILER, O., SODRÉ, G. A., VALLE, R. R., MARROCOS, P. C. L., NASCIMENTO, M. N. (2010). CULTIVO DO CACAUEIRO NAS REGIÕES SEMI-ÁRIDAS NO BRASIL: VERDADES E MITOS. [Consult. 26 Maio 2012]. Disponível em: WWW:URL<<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=22877>>.
- NASCIMENTO, G. (2007), JORNAL LIVRE - QUAL A IMPORTÂNCIA DO OLFATO?. [Consult. 20 Março 2021]. Disponível em WWW:URL<<http://www.jornallivre.com.br/236241/qual-a-importancia-do-olfato.html>>.
- PORTA SÃO FRANCISCO. OLFATO. [Consult. 20 Março 2012]. Disponível em WWW:URL><http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/corpo-humano-sistema-sensorial/olfato.php>>.

ANEXOS

ANEXO 1 – Folha de prova

Folha de Prova-- chocolates comerciais

Nome: _____ Data: _____

Idade: _____ mail: _____ Profissão: _____

Classifique as amostras que lhe são apresentadas, utilizando a seguinte escala:

0 1 2 3 4 5
 Ausente Muito Ligeiro Ligeiro Moderado Intenso Muito Intenso
 1. Aparência

Código da Amostra	B6J	5HK	MN2	LX0
Cor Castanha				
Brilho				

2. Cheiro

Código da Amostra	B6J	5HK	MN2	LX0
Cacau				
Chocolate				
Outros ¹				

¹Quais? _____

3. Sabor

Código da Amostra	B6J	5HK	MN2	LX0
Cacau				
Chocolate				
Doce				
Amargo				
Adstringente				
Outros ²				

²Quais? _____

4. Dureza

Código da Amostra				
Classificação				

5. Classificação Global

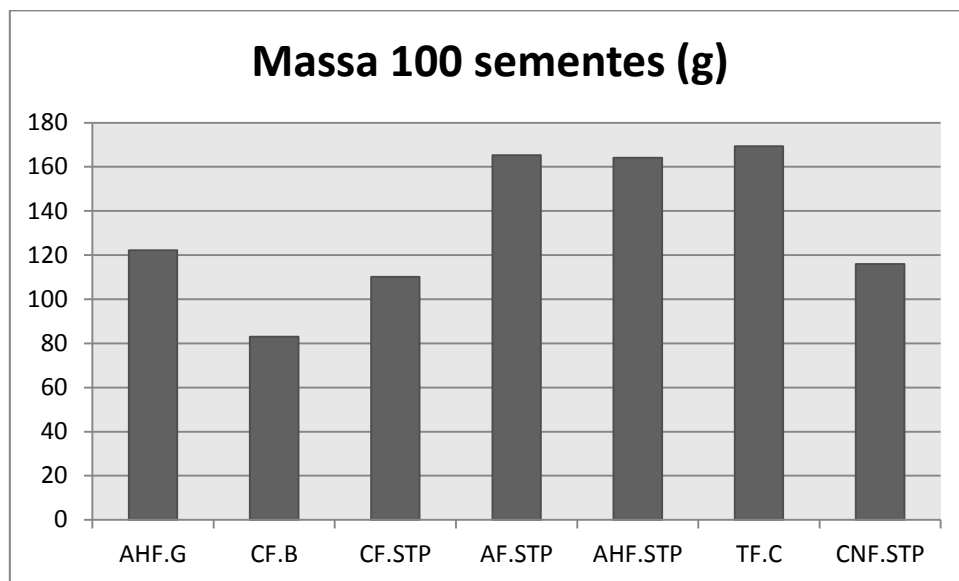
Utilize a seguinte escala para classificar os chocolates de acordo com a sua preferência:

0 1 2 3 4
 Muito Mau Mau Satisfatório Bom Muito Bom

Código da Amostra	B6J	5HK	MN2	LX0
Apreciação Global				

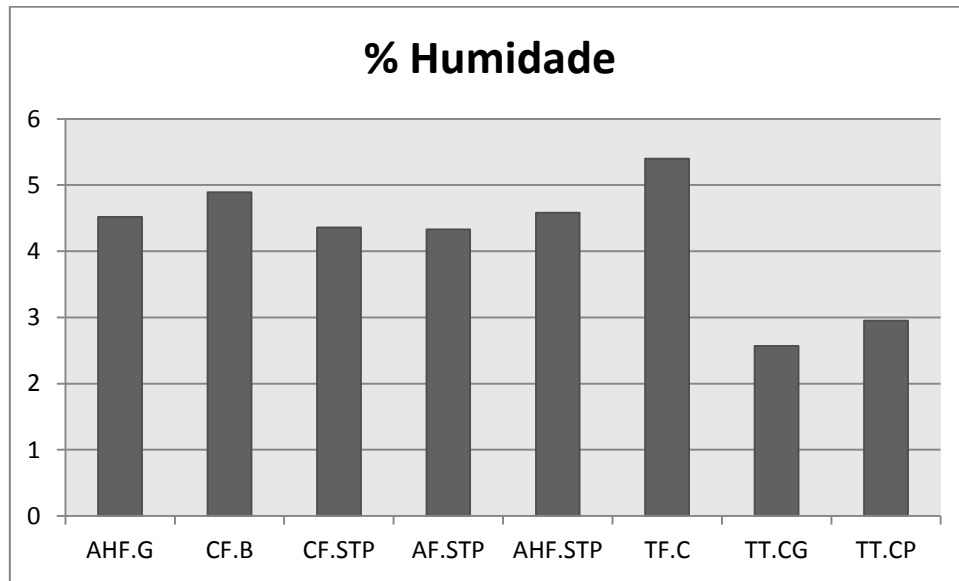
Obrigado pela sua colaboração!

ANEXO 2 – Análise Estatística global da massa de 100 sementes



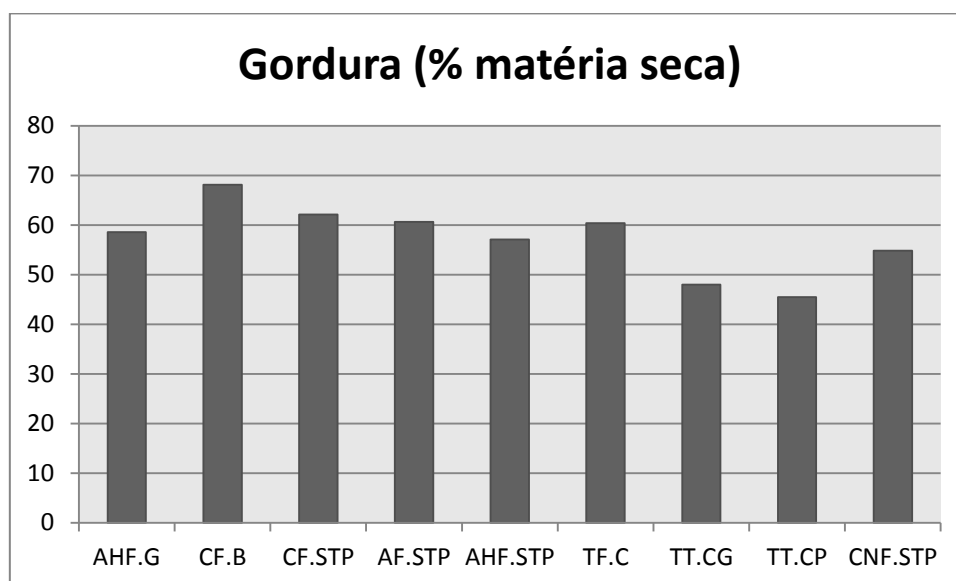
Effect	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	370751,1	1	370751,1	69833,83	0,000000
Cacau	20253,1	6	3375,5	635,80	0,000000
Error	74,3	14	5,3		

ANEXO 3 – Análise Estatística global humidade



Effect	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	423,3572	1	423,3572	37684,84	0,000000
Cacau	19,2851	7	2,7550	245,24	0,000000
Error	0,1797	16	0,0112		

ANEXO 4 – Análise Estatística global da gordura



Effect	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	86449,26	1	86449,26	729699,3	0,00
Cacau	887,29	8	110,91	936,2	0,00
Error	2,13	18	0,12		

ANEXO 5 – Cromatograma de Ácidos Gordos exemplificativo (amostra: CF.STP)

Chromatogram

Sample Name :
 FileName : C:\TC4\ACIDOS\AMO_006.RAW
 Method :
 Start Time : 0.00 min
 Scale Factor: 0.0

End Time : 80.00 min
 Plot Offset: 0 mV

Sample #:
 Date : 13-09-2012 12:36
 Time of Injection: 13-09-2012 11:11
 Low Point : 0.00 mV
 Plot Scale: 40.0 mV

Page 1 of 1



ANEXO 6 – Cromatograma de Ácidos Gordos para o cacau AHF.STP

Chromatogram

Sample Name :
FileName : C:\TC4\ACIDOS\AMO_003.RAW
Method :
Start Time : 0.00 min
Scale Factor: 0.0

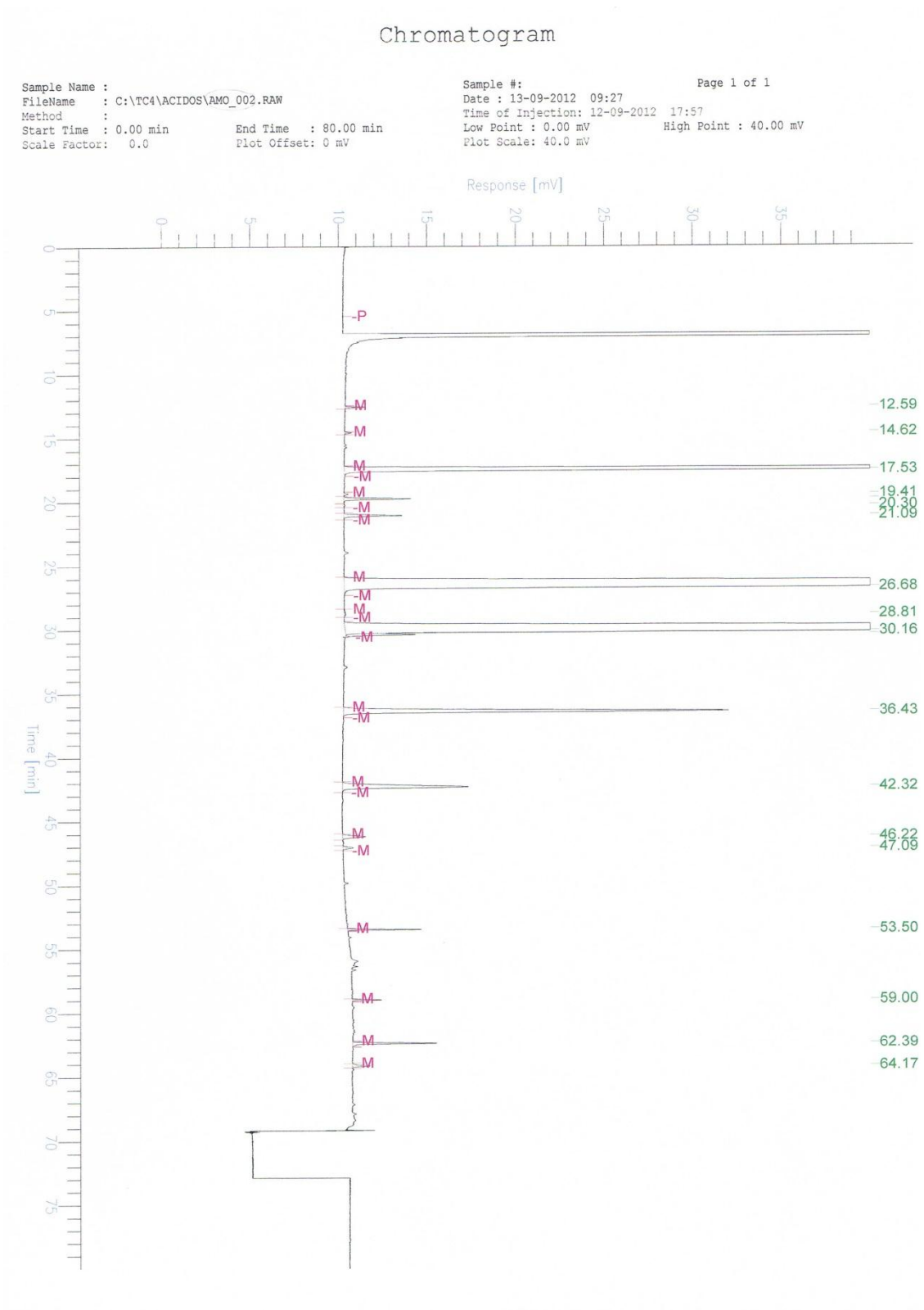
End Time : 80.00 min
Plot Offset: 0 mV

Sample #:
Date : 13-09-2012 11:21
Time of Injection: 13-09-2012 09:57
Low Point : 0.00 mV
Plot Scale: 40.0 mV

Page 1 of 1
High Point : 40.00 mV



ANEXO 7 – Cromatograma de Ácidos Gordos para o cacau CNF.STP



ANEXO 8 - Cromatograma de Triacilgliceróis exemplificativo (amostra: CF.STP)

Chromatogram

Sample Name :
FileName : C:\TC4\TRIGLICE\AMOS006.RAW
Method :
Start Time : 0.00 min
Scale Factor: 0.0
End Time : 65.00 min
Plot Offset: 0 mV
Sample #:
Date : 12-09-2012 15:02
Time of Injection: 11-09-2012 10:20
Low Point : 0.00 mV
Plot Scale: 11.0 mV
Page 1 of 1
High Point : 11.00 mV



ANEXO 9 - Cromatograma de Triacilgliceróis para o cacau TT.CP

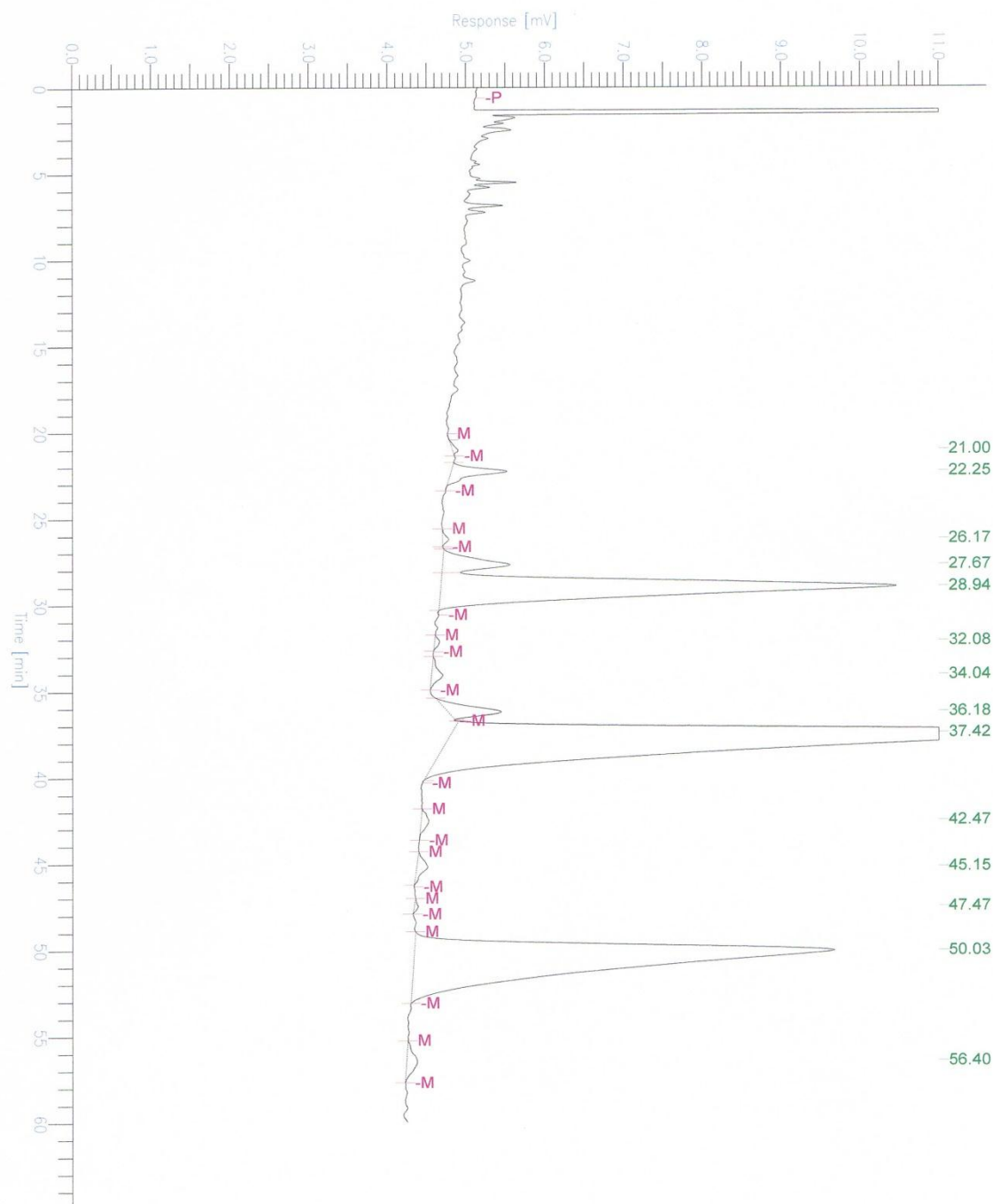
Chromatogram

Sample Name :
 FileName : C:\TC4\TRIGLICE\AMOS005.RAW
 Method :
 Start Time : 0.00 min
 Scale Factor: 0.0

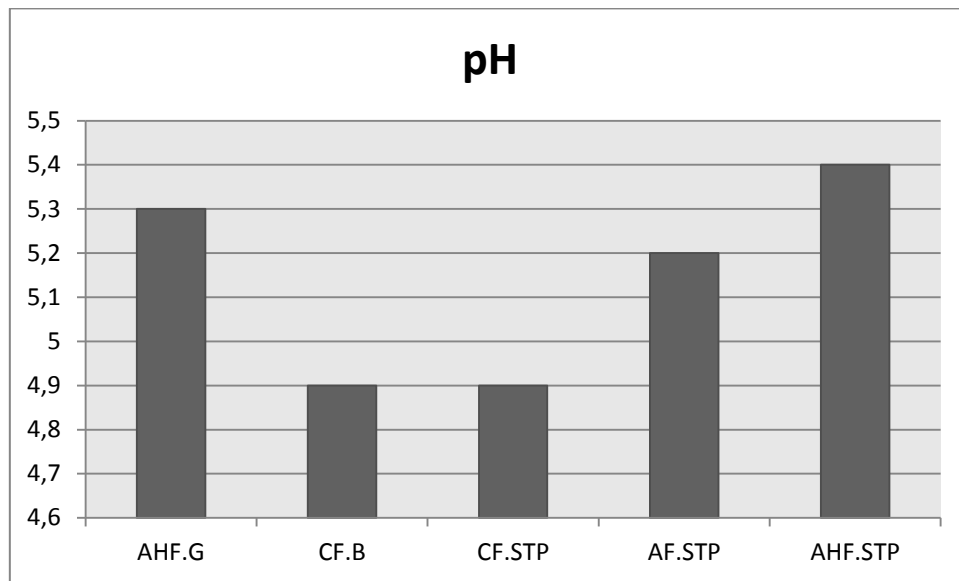
End Time : 65.00 min
 Plot Offset: 0 mV

Sample #:
 Date : 12-09-2012 14:17
 Time of Injection: 11-09-2012 15:42
 Low Point : 0.00 mV
 Plot Scale: 11.0 mV

Page 1 of 1

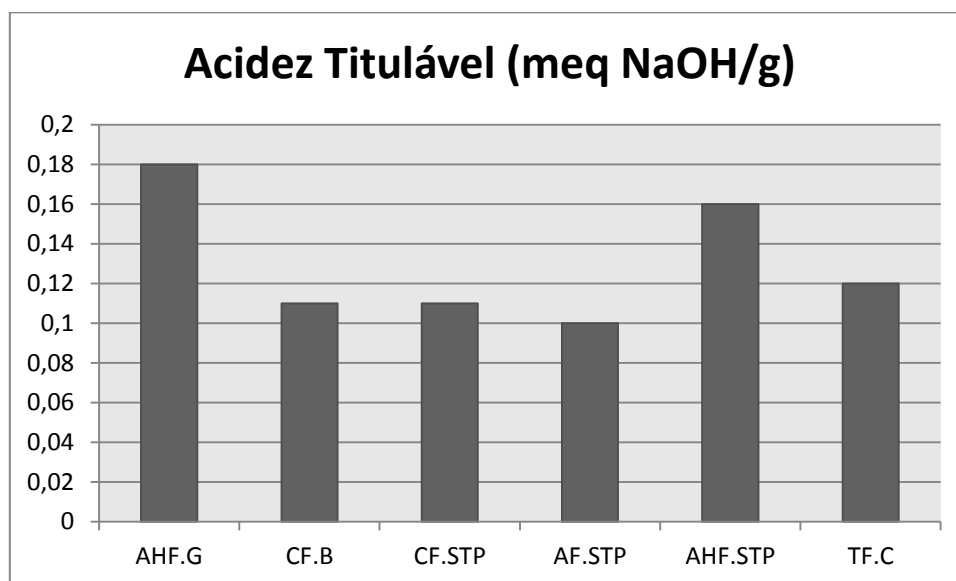


ANEXO 10 – Análise Estatística global do pH



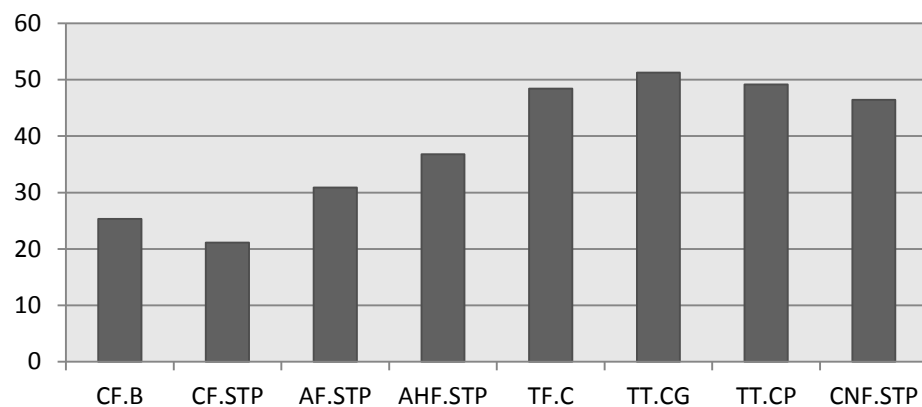
Effect	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	463,4998	1	463,4998	162315,1	0,000000
Cacau	0,9504	5	0,1901	66,6	0,000000
Error	0,0343	12	0,0029		

ANEXO 11 – Análise Estatística global da Acidez Titulável



Effect	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,299483	1	0,299483	1545,039	0,000000
Cacau	0,016534	5	0,003307	17,060	0,000044
Error	0,002326	12	0,000194		

Teor de Fenóis (mg ácido Gálgico/g de cotilédones desengordurados)



Effect	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	35878,16	1	35878,16	70799385	0,00
Cacau	2916,66	7	416,67	822219	0,00
Error	0,01	16	0,00		

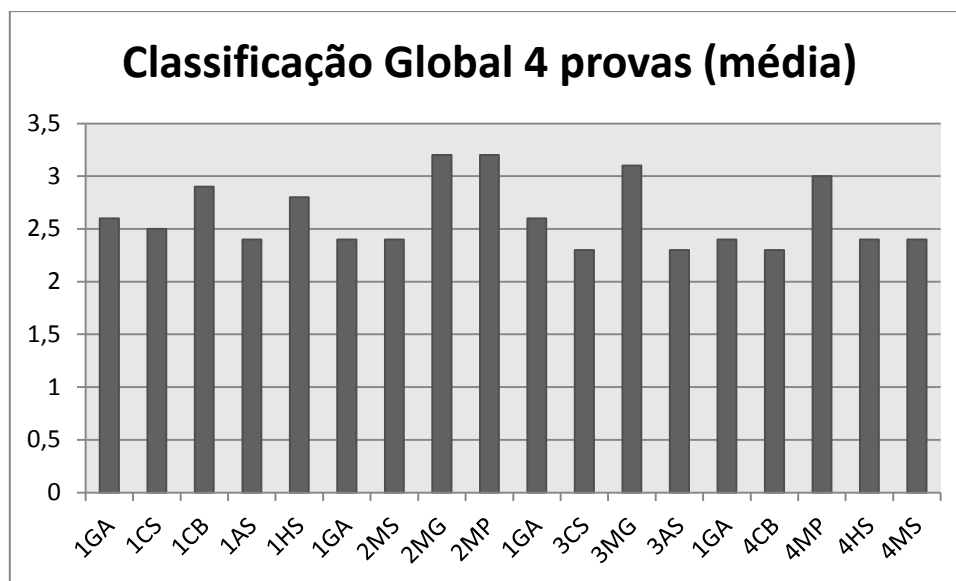
ANEXO 13 – Resultados médios da análise sensorial nos diferentes descritores avaliados na folha de prova

	Tipo Choc	A - CC	A - Br	C - Cac	C - Choc	C - Out	S - Cac	S - Choc	S - D	S - Amar	S - Ads	S - Out	Dur	C. G
1ª Prova 1ª parte	1AHF.G	3,5	2,5	3,2	2,2	0,75	2,5	2,2	2,9	1,5	1,2	0,75	3,1	2,6
	1CF.STP	2,4	2	3	2,7	1	2,5	2,6	3,4	0,8	1,1	0,25	2,4	2,5
	1CF.B	2,2	2,3	2,4	2,7	0,25	2,4	3	3,1	0,8	0,9	0,5	2,1	2,8
	1AF.STP	3,6	1,7	2,8	2,7	0,75	2,5	1,9	2,7	1	1,6	0,6	2,8	2,4
	1AHF.STP	3,4	2	3,1	2,4	0,5	2,8	2,4	3,1	0,75	1,4	0,5	2,6	2,8
1ª Prova 2ª parte	1AHF.G	3,1	2,5	3,1	2,4	0,4	2,7	2,3	2,9	1,2	1,2	0,5	2,8	2,4
	2TF.C	3	2,5	2,8	2,3	0,75	1,8	2,4	3,4	0	1	0,75	2,3	2,4
	2TT.CG	3,7	2,7	2,6	2,6	0,75	2,8	3	3,4	1,5	1,2	0,25	2	3,2
	2TT.CP	3,5	2,5	2,7	2,3	0,5	3,1	3	3	1,1	1,2	0,5	2	3,2
2ª Prova 3ª parte	1AHF.G	3,2	2,6	2,8	2,6	0,2	2,9	2,2	3	1,6	0,9	0,2	3,2	2,6
	3CF.STP	2,3	2,6	2,2	2	0,2	2,2	2,3	3,1	1,2	0,8	0,2	2,4	2,3
	3TT.CG	4	3,1	3	2,5	0,2	2,7	3,1	3,1	1,2	0,9	0,2	2,5	3,1
	3TT.CG	3,3	2,1	2,6	2,4	0,3	2,4	2,7	3,1	1,3	0,9	0,2	2,2	2,3
2ª Prova 4ª parte	1AHF.G	3,2	2,8	3,3	2,1	0,2	2,9	2,4	2,6	1,3	0,7	0,2	2,7	2,4
	4CF.B	2,3	2,1	2,7	2,7	0,2	2,7	3,1	3,2	1,1	0,4	0,2	1,7	2,3
	4TT.CP	3,9	2,5	2,6	2,7	0,2	2,5	2,7	3,5	1,1	0,6	0,2	2,3	3
	4AH.STP	3,4	2,2	2,9	2,7	0,2	2,8	2,8	2,9	1	0,6	0,2	2,6	2,4
	4TF.C	3,5	2,6	2,8	2,7	0,2	2,5	2,7	6,1	1	0,7	0,2	2,7	2,6

ANEXO 14 – Médias de cada tipo de chocolate repetidos nas diferentes provas nos diferentes descritores avaliados na folha de prova

Chocolate	A - CC	A - Br	C - Cac	C - Choc	C - Out	S - Cac	S - Choc	S - D	S - Amar	S - Ads	S - Out	Dur	C - G
1 AHF.G	3,5	2,5	3,2	2,2	0,75	2,5	2,2	2,9	1,5	1,2	0,75	3,1	2,6
1 AHF.G	3,1	2,5	3,1	2,4	0,4	2,7	2,3	2,9	1,2	1,2	0,5	2,8	2,4
1 AHF.G	3,2	2,6	2,8	2,6	0,2	2,9	2,2	3	1,6	0,9	0,2	3,2	2,6
1 AHF.G	3,2	2,8	3,3	2,1	0,2	2,9	2,4	2,6	1,3	0,7	0,2	2,7	2,4
Média	3,25	2,6	3,1	2,325	0,3875	2,75	2,275	2,85	1,4	1	0,4125	2,95	2,5
1 CF.STP	2,4	2	3	2,7	1	2,5	2,6	3,4	0,8	1,1	0,25	2,4	2,5
3 CF.STP	2,3	2,6	2,2	2	0,2	2,2	2,3	3,1	1,2	0,8	0,2	2,4	2,3
Média	2,35	2,3	2,6	2,35	0,6	2,35	2,45	3,25	1	0,95	0,225	2,4	2,4
1 CF.B	2,2	2,3	2,4	2,7	0,25	2,4	3	3,1	0,8	0,9	0,5	2,1	2,8
4 CF.B	2,3	2,1	2,7	2,7	0,2	2,7	3,1	3,2	1,1	0,4	0,2	1,7	2,3
Média	2,25	2,2	2,55	2,7	0,225	2,55	3,05	3,15	0,95	0,65	0,35	1,9	2,55
1 AF.STP	3,6	1,7	2,8	2,7	0,75	2,5	1,9	2,7	1	1,6	0,6	2,8	2,4
3 AF.STP	3,3	2,1	2,6	2,4	0,3	2,4	2,7	3,1	1,3	0,9	0,2	2,2	2,3
Média	3,45	1,9	2,7	2,55	0,5	2,45	2,3	2,9	1,15	1,25	0,4	2,5	2,35
1 HF.STP	3,4	2	3,1	2,4	0,5	2,8	2,4	3,1	0,75	1,4	0,5	2,6	2,8
4 HF.STP	3,4	2,2	2,9	2,7	0,2	2,8	2,8	2,9	1	0,6	0,2	2,6	2,4
Média	3,4	2,1	3	2,55	0,35	2,8	2,6	3	0,875	1	0,35	2,6	2,6
2 TF.C	3	2,5	2,8	2,3	0,75	1,8	2,4	3,4	0	1	0,75	2,3	2,4
4 TF.C	3,5	2,6	2,8	2,7	0,2	2,5	2,7	6,1	1	0,7	0,2	2,7	2,6
Média	3,25	2,55	2,8	2,5	0,475	2,15	2,55	4,75	0,5	0,85	0,475	2,5	2,5
2 TT.CG	3,7	2,7	2,6	2,6	0,75	2,8	3	3,4	1,5	1,2	0,25	2	3,2
3 TT.CG	4	3,1	3	2,5	0,2	2,7	3,1	3,1	1,2	0,9	0,2	2,5	3,1
Média	3,85	2,9	2,8	2,55	0,475	2,75	3,05	3,25	1,35	1,05	0,225	2,25	3,15
2 TT.CP	3,5	2,5	2,7	2,3	0,5	3,1	3	3	1,1	1,2	0,5	2	3,2
4 TT.CP	3,9	2,5	2,6	2,7	0,2	2,5	2,7	3,5	1,1	0,6	0,2	2,3	3
Média	3,7	2,5	2,65	2,5	0,35	2,8	2,85	3,25	1,1	0,9	0,35	2,15	3,1

ANEXO 15 – Análise Estatística da classificação global das 4 partes das 2 provas da análise sensorial



Effect	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	1712,533	1	1712,533	32,12278	0,000000
Tipo Choc	959,828	14	68,559	1,28600	0,220839
Error	8796,500	165	53,312		